

Centro de Investigacion Cientifica y de Educacion Superior de Ensenada

LA BIOTA BENTONICA EN LAS INMEDIACIONES
DE PUNTA CHINA B. C. ESTUDIO COMPARATIVO
EN TRES SITIOS SUJETOS A DISTURBIO POR
VERTIMIENTO DE MATERIAL CALIZO Y
EXPLOTACION DE ERIZO

TESIS

MAESTRIA EN CIENCIAS

MA. DE LOURDES SOLEDAD SALGADO ROGEL

ENSENADA, B. C. MEXICO, MARZO DE 1995.

RESUMEN de la tesis de Ma. de Lourdes Soledad Salgado Rogel, presentado como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en ECOLOGIA MARINA. Ensenada, Baja California, México, Marzo de 1995.

LA BIOTA BENTONICA EN LAS INMEDIACIONES DE PUNTA CHINA (B. C., MEXICO): ESTUDIO COMPARATIVO EN TRES SITIOS SUJETOS A DISTURBIO POR VERTIMIENTO DE MATERIAL CALIZO Y EXPLOTACION DE ERIZO.

Resumen aprobado por:

M. en C. Anamaría Escofet Giansone
Director de Tesis

El presente trabajo documenta el estado de la comunidad bentónica, con énfasis en la población de erizo, en escenarios costeros localizados al norte y sur de Punta China (B. C., México). En la zona existe vertimiento de material calizo principalmente compuesto por CO_3^- , debido a la extracción de piedra caliza por actividades extractivas para la elaboración de cemento, y explotación comercial de erizo. La zona de estudio comprende una longitud de línea de costa de 20 Km e incluye tres bahías sucesivas, separadas por Punta China al norte y Punta San José al sur. El diseño del muestreo fue planeado con base a: 1) la topografía y batimetría; 2) al patrón superficial de circulación; 3) al posicionamiento de la fuente de material calizo; 4) la localización del área sujeta a explotación. Se mostró que los efectos del vertimiento de material calizo están restringidos a los 5 m de profundidad en la ribera sur de Punta China. A pesar de que el efecto del vertimiento se encuentra espacialmente confinado, las manifestaciones fueron muy evidentes en la marcada reducción en el número de especies de algas, con dominancia de *Halidrys dioica* y ausencia de *Macrocystis pyrifera*. Esta condición puede explicarse por la vulnerabilidad de *M. pyrifera* frente a la sedimentación de material fino, y permite suponer resistencia de *H. dioica* a ese disturbio. Esta idea se ve reforzada con los valores obtenidos de *M. pyrifera* en un gradiente de vertimiento: 0% de cobertura con 85.4% de CO_3^- ; 8.3% de cobertura con hasta 21.1% de CO_3^- ; 18.3% de cobertura con 13.4% de CO_3^- ; 28.3% de cobertura con hasta 8.1% de CO_3^- . En lo que respecta a los erizos, las diferencias se notaron más entre las áreas Con Explotación y Sin Explotación y no tanto entre las áreas Con y Sin Vertimiento. Estas diferencias se notan en los siguientes atributos: 1) número de erizos, que fue mayor en el área Control, y menor en las áreas con Explotación; este patrón fue obviamente más marcado en *Strongylocentrotus franciscanus*, por ser la especie que se explota; 2) la

en el área control con la frecuencia de tallas más grandes; esto sugiere el efecto de la pesquería, que está actuando sobre tallas mayores, ya que las reglamentaciones de pesca prohíben la extracción de individuos con diámetro de caparazón inferior a los 8 cm. El efecto del vertimiento sobre los erizos queda oscurecido por el patrón natural de distribución batimétrica de ambas especies, y por el efecto de la explotación. Los datos de *S. franciscanus* sugieren relación de su abundancia con el contenido de carbonatos y la cobertura de *M. pyrifera*, ya sea por: a) el efecto directo de los carbonatos sobre los organismos; b) efecto indirecto, a través de la disminución de algas preferidas en su alimentación, las cuales son directamente afectadas por los carbonatos. Los resultados de este trabajo interesan globalmente al manejo de la zona costera por los posibles conflictos entre dos actividades productivas (extracción de piedra caliza y pesquería de erizo) donde podría suponerse que la primera puede influir negativamente sobre la segunda. Los resultados sugieren que en las condiciones actuales de operación, el marcado confinamiento de material calizo no genera un conflicto significativo entre ambas actividades.

THE BENTHIC ASSOCIATION AROUND PUNTA CHINA
(BAJA CALIFORNIA, MEXICO): A COMPARATIVE STUDY AT THREE SITES
SUBJECT DUMPING OF LIMESTONE AND FISHING OF SEA URCHINS.

Abstract

This work presents the status of the benthic community, with emphasis on sea urchin populations, in coastal sites located North and South of Punta China (B. C. México), an area where dumping of limestone (mainly CO_3^-) and commercial exploitation of sea urchins occur. The area includes 20 kilometers of coastline with three embayments limited by Punta China at the North and Punta San José at the South. Sampling design was established according to: 1) topography and bathymetry; 2) superficial circulation pattern; 3) location of limestone source; 4) extent of the sea urchin exploitation area. It was shown that the effects of limestone discharge are restricted to 5 m depth at the South margin of Punta China; its main effects were a reduction of algae species number, dominance of *Halydris dioica* and absence of *Macrocystis pyrifera*. This condition can be explained by vulnerability of *M. pyrifera* to fine sediments as well as resistance of *H. dioica* to the same disturbance. This hypothesis is supported by opposing gradient of *M. pyrifera* cover and discharge effects: with CO_3^- concentrations of: 85.4%, 21.1%, 13.4% and 8.1%, corresponding cover was 0%, 8.3%, 18.3% and 28.3%. Sea urchin population exhibited differences between areas with and without exploitation rather than between areas with and without limestone discharge, as shown by several parameters: 1) the number of individuals, was greater at the site without exploitation or discharge; this pattern was more noticeable the specie under exploitation *Strongylocentrotus franciscanus*; 2) population size structure reached larger sizes at the same site; this suggests the fishery is taking larger sizes (regulations do not allow exploitation of individuals below 8 cm diameter). The effect of limestone discharge on sea urchins was masked by the natural pattern of bathymetric distribution of both species, as well as by the exploitation effect. In the case of *S. franciscanus*, data suggest some relationship with CO_3^- concentration and *M. pyrifera* cover, as a result of either a direct effect of the CO_3^- on the individuals or an indirect effect through the abatement of a preferred algae (which is directly affected by CO_3^-). The results of this work are interesting for coastal management because conflicts may arise between two productive activities, limestone extraction being potentially harmful for sea urchin fishery. The results of this work suggest that at least for the present operation level, limestone discharge does not create adverse conditions for sea urchin exploitation, and both activities may coexist.

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE
EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA

DIVISION DE OCEANOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA MARINA

LA BIOTA BENTONICA EN LAS INMEDIACIONES DE PUNTA CHINA
(B. C., MEXICO): ESTUDIO COMPARATIVO EN TRES SITIOS
SUJETOS A DISTURBIO POR VERTIMIENTO DE MATERIAL
CALIZO Y EXPLOTACION DE ERIZO.

TESIS

Que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el
grado de MAESTRIA EN CIENCIAS presenta:
MA. DE LOURDES SOLEDAD SALGADO ROGEL

Ensenada, Baja California, México. Marzo de 1995.

AGRADECIMIENTOS

Muy especialmente a la M. en C. Anamaría Escofet Giansone por su incansable y gran labor como Director de tesis, de quien siempre recibí un gran apoyo en lo académico y en lo afectivo, con mucho entusiasmo.

A los investigadores de mi comité de tesis M. en C. Ana Denisse Re Araujo, M. en C Guillermo Torres Moye, Dra. Diana Tentori Santa Cruz y M. en C. Luis Gustavo Alvarez Sánchez por el gran interés mostrado durante los avances de este trabajo, por sus atentos comentarios y sus atinadas sugerencias

A la unidad de producción pesquera Santo Tomás muy especialmente a la gente que colaboró en el trabajo logístico de campo Joel Montejano Romero, Andrés Venegas Herrera y Juan Margerum Hernández.

A Cementos Guadalajara S.A. de C.V planta Ensenada, por el financiamiento otorgado a CICESE para la realización del trabajo de campo y los análisis de laboratorio.

A todo el personal de CICESE en general por su compañerismo y servicio durante mi estancia en esta institución.

Al Técnico Ocean. Cesar O. Almeda Jauregui, por su colaboración en los últimos detalles de este trabajo.

A la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca que a través de sus antecesoras han formado mi experiencia y unido mi conocimiento a la realidad.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por impulsar el posgrado y en lo particular haberme apoyado con una beca durante mi estancia en CICESE.

DEDICATORIA

A LOS MOTIVOS MAS BELLOS DE MI VIDA
ITZEL Y ENRIQUE jr.
QUIENES ME HAN DADO EL TITULO MAS IMPORTANTE
GRACIAS POR HABERME DADO DE SU TIEMPO
SOBRE TODO SUS SABADOS Y DOMINGOS.

CONTENIDO

I INTRODUCCION	1
II ANTECEDENTES	4
II.1 Sedimentación	4
II.2 Explotación	7
III OBJETIVO GENERAL.....	12
IV AREA DE ESTUDIO	13
IV.1 Localización	13
IV.2 Aspectos generales	13
IV.3 Datos oceanográficos.....	16
V METODOLOGIA.....	21
V.1 Generalidades	21
V.2 Trabajo de campo.....	23
V.3 Análisis de material calizo	25
V.4 Análisis de datos	27
VI RESULTADOS	29
VI.1 Descripción general.....	29
VI.1.1 Area “sin explotación/sin vertimiento”	31
VI.1.2 Area “sin explotación/con vertimiento”	32
VI.1.3 Area “vertimiento incierto/ sin explotación” y área “sin vertimiento/con explotación”	33
VI.2 Análisis de agrupamiento	34
VI.3 Definición de nuevas áreas con base a la interpretación del análisis de agrupamiento y a la documentación realizada en campo	37
VI.3.1 Area “sin explotación/sin vertimiento”	38

CONTENIDO (Continuación)

VI.3.2 Area "con fuerte vertimiento sin explotación" y área "adyacente a fuerte vertimiento/sin explotación	38
VI.3.3 Area "con explotación/sin vertimiento"	39
VI.4 Relación entre variables ambientales disturbiosy biota	39
VI.4.1 Relación entre el número de erizos, la profundidad, el contenido de carbonatos y la explotación en cada una de las condiciones	39
VI.4.2 Análisis de correlación entre el número de erizos y el contenido de carbonatos.....	44
VI.4.3 Frecuencia de tamaño de las dos especies de erizo en las diferentes áreas.....	44
VI.4.4 Análisis biométrico de las poblaciones de erizo por áreas profundidad y concentración de carbonatos	52
VI.5 Análisis de la comunidad algal	57
VI.5.1 Análisis de agrupamiento de los sitios de muestreo con base en la comunidad algal	57
VI.5.2 Relación de número de especies de flora contra carbonatos.	60
VI.5.3 Relación entre cobertura de <i>Halidrys dioica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i> contra carbonatos.....	62
VII DISCUSION	64
VIII CONCLUSIONES	73
LITERATURA CITADA	74
APENDICE A. DATOS DE BIOTA Y CARBONATOS PUNTA CHINA (TRANSECTO 1)	80
APENDICE B. DATOS DE BIOTA Y CARBONATOSPUNTA CHINA (TRANSECTO 2)	81
APENDICE C. DATOS DE BIOTA Y CARBONATOSLOCALIDAD LAS MONAS.....	82
APENDICE D. DATOS DE BIOTA Y CARBONATOSLOCALIDAD LA CUEVA	83

CONTENIDO (Continuación)

APENDICE E. DATOS DE BIOTA Y CARBONATOSAL NORTE DE PUNTA CHINA.....	84
APENDICE F. DETERMINACION DE CARBONATOS.....	85
APENDICE G1. DISTRIBUCION DE CLASES DE TALLA DELOS ERIZOS AREA, SIN VERTIMIENTO/SIN EXPLOTACION.	87
APENDICE G2. DISTRIBUCION DE CLASES DE PESOTOTAL DE LOS ERIZOS, AREA SIN VERTIMIENTO/SIN EXPLOTACION	88
APENDICE G3. DISTRIBUCION DE CLASES DE PESO GONADAL DE LOS ERIZOS, AREA SIN VERTIMIENTO/SIN EXPLOTACION.....	89
APENDICE H. DISTRIBUCION DE CLASES DE TALLA, PESO TOTAL Y PESO GONADAL DE LOS ERIZOS, AREA FUERTE VERTIMIENTO/SIN EXPLOTACION.....	90
APENDICE I1. DISTRIBUCION DE CLASES DE TALLA DE LOS ERIZOS, AREA ADYACENTE A FUERTE VERTIMIENTO/SIN EXPLOTACION	91
APENDICE I2. DISTRIBUCION DE CLASES DE PESO TOTAL DE LOS ERIZOS, AREA ADYACENTE A FUERTE VERTIMIENTO/SIN EXPLOTACION	92
APENDICE I3. DISTRIBUCION DE CLASES DE PESO GONADAL DE LOS ERIZOS, AREA ADYACENTE A FUERTE VERTIMIENTO/ SIN EXPLOTACION.	93
APENDICE J1. DISTRIBUCION DE CLASES DE TALLA DE LOS ERIZOS, AREA SIN VERTIMIENTO/CON EXPLOTACION	94
APENDICE J2. DISTRIBUCION DE CLASES DE PESO TOTAL DE LOS ERIZOS, AREA SIN VERTIMIENTO/CON EXPLOTACION	95
APENDICEJ3. DISTRIBUCION DE CLASES DE PESO GONADALDE LOS ERIZOS, AREA SIN VERTIMIENTO/CONEXPLOTACION	96

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1.	Mapa de la zona de estudio	14
2.	Circulación superficial en la región "Southern California Bight", según Jones, 1971; en Alvarez, 1991	17
3.	Detalle de la batimetría del área de estudio (Alvarez, 1991).	20
4A	Dendograma del análisis de agrupamiento con base a criterios cuali-cuantitativos de la biota del área de estudio.	35
4B	Resultado del análisis de agrupamiento con base a criterios cuali-cuantitativos de la biota del área de estudio.	36
5A	La abundancia de <i>S. franciscanus</i> y la concentración de carbonatos a diferentes profundidades en cada una de las áreas.	40
5B	La abundancia de <i>S. franciscanus</i> en relación con la profundidad independientemente de las áreas.	40
6A	La abundancia de <i>S. purpuratus</i> y la concentración de carbonatos a diferentes profundidades en cada una de las áreas	41
6B	La abundancia de <i>S. purpuratus</i> en relación con la profundidad independientemente de las áreas	41
7	Análisis de correlación del número de erizos contra la concentración de carbonatos. <i>S. franciscanus</i> (A) y <i>S. purpuratus</i> (B).	45
8	Frecuencia de talla de <i>S. franciscanus</i> de todas las áreas de estudio(A) y en el área "sin vertimiento/sin explotación" (B).	46
9	Frecuencia de talla de <i>S. franciscanus</i> en el área "adyacente a fuerte vertimiento" (A) y en el área "sin vertimiento/con explotación" (B).	48
10	Frecuencia de talla de <i>S. purpuratus</i> de todas las áreas de estudio.	49
11	Frecuencia de talla de <i>S. purpuratus</i> en el área "sin vertimiento/con explotación (A) y en el área "fuerte vertimiento/sin explotación" (B).	50

LISTA DE FIGURAS (continuación)

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
12	Frecuencia de talla de <i>S. purpuratus</i> en el área "adyacente a fuerte vertimiento" (A) y en el área "sin vertimiento/sin explotación" (B).	51
13A	Dendograma del análisis de agrupamiento con base a atributos cuali-cuantitativos de la comunidad algal	58
13B	Resultado del análisis de agrupamiento con base a atributos cuali-cuantitativos de la comunidad algal	59
14	Relación del número de especies de flora contra la concentración de carbonatos.	61
15	Relación entre la cobertura de <i>Halidrys dioica</i> (A) y <i>Macrocystis pyrifera</i> (B) contra la concentración de carbonatos	63

LISTA DE TABLAS

<u>Tabla</u>		<u>Página</u>
I	Listado total de la biota por abundancia descendente de número de individuos (fauna), porcentaje de cobertura (flora), y contenido de carbonatos (%).	30
II	Resumen de significancia estadística del análisis de correlación de Spearman entre las variables biométricas medidas de las dos especies de erizo contra los carbonatos	56

**LA BIOTA BENTONICA EN LAS INMEDIACIONES DE PUNTA CHINA
(B. C., MEXICO): ESTUDIO COMPARATIVO EN TRES SITIOS
SUJETOS A DISTURBIO POR VERTIMIENTO DE MATERIAL
CALIZO Y EXPLOTACION DE ERIZO.**

I INTRODUCCION

La sedimentación originada por el arrastre de materiales que se da en la línea de costa causada tanto por actividades antropogénicas como por agentes climáticos naturales, ha constituido una de las mayores fuentes de degradación de las comunidades bentónicas. La suspensión de materia producida por el dragado y la sedimentación asociados con la construcción de hoteles, condominios, carreteras, caminos, instalaciones militares e industriales y la modificación de las playas han destruido arrecifes de corales, pastos marinos, manglares, y comunidades de erizo. Los sedimentos se incrementan cuando se encuentran asociados a fuertes tormentas; la excesiva sedimentación puede afectar la compleja cadena alimenticia en los corales, esponjas, erizos y de otros organismos que sirven como alimento para otras importantes pesquerías comerciales (Rogers, 1990).

Muy recientemente en los litorales del mundo se ha estado considerando la evaluación explícita del efecto de las actividades humanas asentadas en la costa, sobre comunidades y poblaciones submareales de interés económico directo (pesca) o indirecto (recreativo) (Barbier, 1989).

En áreas cercanas a Punta China, Baja California, ocurren tanto el vertimiento de material calizo que constituye la materia prima para la elaboración del cemento de la industria de la construcción, como la explotación comercial de erizo.

Existe información no sistematizada (León M., Unidad de Producción Pesquera Santo Tomás, com. pers.) que sugiere que la abundancia de erizo en las áreas de vertimiento de este material es menor a la de sitios cercanos que no están sujetos a esta incidencia del material y que la causa directa se debe al transporte por acción del viento, avenidas de corrientes pluviales que confluyen en el cañón de Punta China, pero principalmente la caída al océano por maniobras de embarque de ese material.

También se tiene información de que la abundancia relativa del erizo rojo en la región ha estado cambiando en respuesta a la explotación. Palleiro *et al.* (1992) mencionan una tendencia de decremento marcada, considerando que la captura por unidad de esfuerzo es un índice de abundancia relativa del organismo, en el que supone que la población explotable de erizo es cada vez más pequeña y debido a esto, la captura por unidad de esfuerzo es más baja.

El presente trabajo documenta el estado de la comunidad bentónica, con énfasis en la población de erizo, en escenarios costeros localizados entre el norte y el sur de Punta China (B.C., México), donde existe vertimiento de material

calizo en el océano ocasionado por actividades industriales y explotación comercial de erizo.

El área tiene una configuración de la costa y un patrón de circulación de corrientes que permiten suponer que el alcance espacial de la descarga de material calizo puede estar circunscrito por las puntas rocosas que lo rodean y que al mismo tiempo, si existe un transporte del mismo por fuera del área, éste sería hacia el sur.

II Antecedentes

II.1 Sedimentación

La sedimentación de material puede causar efectos adversos en la estructura y función de los ecosistemas por la alteración de procesos físicos y biológicos. La depositación de sedimento depende de: 1) el volumen del agua, que a su vez está directamente relacionado con la intensidad de lluvia y la pendiente 2) el tipo de suelo de la línea costera; 3) el tipo de uso de suelo en el continente; especialmente los que implican pérdida de vegetación; 4) la erosión en la línea de costa y las avenidas de corriente de las colinas (Rogers, 1990).

Cortés y Risk, 1984 (citados por Rogers 1990) encontraron una correlación entre las descargas de varios ríos con alto contenido de sólidos y una baja diversidad de especies, con una escasa cobertura bentónica y bajas tasas de crecimiento.

Algunas larvas de invertebrados no pueden establecerse exitosamente cuando se incrementa la tasa de sedimentación, esto implica alterar su distribución por la influencia y la habilidad de sus larvas para sobrevivir. Igualmente puede ser alterado el crecimiento del exoesqueleto de los corales, ya que es el resultado final de diversos procesos fisiológicos que pueden ser modificados por condiciones ambientales, originando que la densidad poblacional y la calcificación puedan variar (Barnes y Crossland 1980; citado por Rogers, 1990).

Una alta turbidez puede reducir la tasa de crecimiento de los corales, debido a que ejercen un gran gasto de energía para remover las partículas de sedimento, afectando su metabolismo en respuesta al estrés conducido por la depositación del sedimento (Rogers, 1990).

Nishihira (1987) determinó que los mayores disturbios presentados en los arrecifes de coral en las islas de Okinawa se debían a factores naturales y a factores inducidos por las actividades humanas. Como un agente de disturbio natural encontró que el asteroide *Acanthaster planci* fue el más destructor y devastador de las comunidades coralinas, y que el mayor agente de disturbio antropogénico era la descarga de arcilla roja transportada por los ríos, debido a una gran erosión causada por la deforestación en la cuenca alta.

Gregory (1988) encontró que la caída de material terrígeno arrastrado por las avenidas pluviales origina una alta turbidez, reduciendo la distancia de visibilidad del salmón juvenil *Oncorhynchus tshawytscha* sobre sus presas bentónicas preferidas.

Robinson *et al.* (1984) estudiando la relación entre exploraciones mineras en los fondos y sus efectos sobre las especies bentónicas de importancia comercial, demostraron con experimentos de laboratorio que la descarga de arcilla sobre la almeja *Spisula solidissima* origina un rechazo al alimento microalgal y deficiencia en su digestión como consecuencia de la elevada concentración de partículas inertes.

Los antecedentes sobre vertimiento de material terrígeno a nivel de la comunidad florística son escasos, sobre todo en fondos sublitorales. En el intermareal el efecto de abrasión y enterramiento es bastante conocido. El movimiento de arena es un proceso de disturbio que puede regular el límite inferior de distribución de ciertas especies (Daly y Mathieson, 1977; Mathieson, 1982; Taylor y Litter, 1982; Litter *et al.*, 1983; Turner, 1983; citados por Foster 1986). En áreas donde los movimientos de arena son estacionales, el enterramiento frecuentemente mata especies efímeras (Daly y Mathieson, 1977; citados por Foster, 1986). Los habitats rocosos sujetos al acarreo de arena, están frecuentemente deshabitados o pueden estar presentes pocas especies perennes, tales como *Anthopleura elegantissima*, *Phyllospadix scouleri* (Litter *et al.*, 1983; citados por Foster 1986), *Gymnograngus linearis* (Markum y Newroth, 1972; citados por Foster 1986), *Laminaria sinclarii* (Markum 1973; citado por Foster 1986), y algas que pueden tolerar la abrasión y el enterramiento (Stewart, 1983; citado por Foster 1986).

En Punta China se considera que el vertimiento de material calizo fragmentado y fino es comparable al deslizamiento y depositación de material terrígeno, dado que la explotación de caliza incluye sólo extracción y transporte, sin tratamiento químico alguno (Silvera, com. pers.).

II.2 Explotación

Los erizos pertenecen al phylum Echinodermata, clase Echinoidea. En las aguas someras de la costa occidental de Baja California se encuentran distribuidas cuatro especies: *Strongylocentrotus franciscanus* (Agassiz, 1983), *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson, 1857), *Centrostephanus coronatus* (Verrill, 1867) y *Lytechinus anamesus* (Verrill, 1867); en Ricketts y Calvin, 1968. Las dos primeras son las que están mayormente distribuidas a lo largo de la costa, son conocidas comúnmente como erizo rojo y púrpura y es sobre las que se ejerce captura comercial (principalmente sobre el erizo rojo por ser el de mayor tamaño y presentar gónadas de mayor calidad) (Kato, 1972).

La distribución geográfica del erizo *S. franciscanus* va desde Alaska hasta Isla de Cedros (B.C., México). Su distribución batimétrica se encuentra entre las isobatas de los 5 m y hasta los 50 m, con su mayor densidad entre los 10 y 20 m de profundidad (Mottet, 1976).

Es un organismo con sexos separados, con casos incidentales de hermafroditismo y sin dimorfismo sexual. Las espinas que los recubren tienen una gran movilidad que les permite desplazarse, protegerse de los depredadores, mantenerse libres de cuerpos extraños y proporcionar refugio a los juveniles (Mottet, 1976). La fecundación es externa y el desarrollo larval es de forma planctónica (Gonor, 1972), la duración de este estadio larval dura de dos a tres

meses, dependiendo de que la larva encuentre un sustrato para fijarse (Mottet, 1976).

Para el erizo rojo de la costa de Baja California, la época de desove abarca de febrero a junio teniendo su mayor incidencia en los meses de abril y mayo (MacGinitie y MacGinitie, 1968).

El género *Strongylocentrotus* es catalogado como un herbívoro voraz, capaz de regular la distribución y abundancia de los grandes mantos de algas cafés del género *Macrocystis* (Tegner y Dayton, 1977). Debido a lo anterior, en algunas partes del mundo se les ha considerado como una plaga y se les ha eliminado utilizando sustancias químicas como la cal viva (Leighton *et. al.*, 1966).

Su principal depredador es la nutria; sin embargo, debido a su casi total desaparición por su caza indiscriminada, la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randal, 1839; en Mottet, 1976) es considerada actualmente como el principal depredador del erizo de mar en el Pacífico nororiental. Además de estos depredadores también se incluye a algunos asteroides, cangrejos y peces (Mottet, 1976).

En lo que respecta a la explotación, se considera que todas las especies de erizo son altamente susceptibles a la sobrepesca, existiendo antecedentes de colapsos como el ocurrido en la costa nororiental de Francia en los años sesentas (Kato, 1985).

Selin, 1993, realizó investigaciones en Peter the Great Bay (Japón) sobre la distribución, la estructura de asentamiento y crecimiento de *Strongylocentrotus intermedius* y los resultados de su investigación mostraron que, desde hace 15 a 20 años, existe una tendencia hacia un decremento en su biomasa, disminución en la densidad de asentamiento, cambios en su abundancia y en la composición de tallas de la población debido al incremento de la pesquería sobre este recurso.

La extracción comercial del erizo afecta notablemente el reclutamiento de juveniles, al dejarlos sin la protección que les brindan las largas espinas primarias de los adultos (Mottet, 1976).

En el sureste de California (USA) la pesca de erizo se inició en 1972, las capturas oscilaron entre 10 - 24 millones de libras de 1976 a 1984. Durante 1985 la pesquería se expandió al noreste de California duplicándose el número de embarques y buzos. Para 1989 la captura se incrementó a 51 millones de libras (Deweese, 1990).

La pesquería del erizo en Baja California México es una de las más importantes dentro de las ribereñas, al generar 2, 000 empleos y captar por concepto de divisas 5 millones de dólares anualmente (Palleiro *et al.*, 1993). Esta actividad es desarrollada por parte de las unidades de producción pesquera ejidal, cooperativas, empresas privadas, permisionarios libres y buzos furtivos.

La gonada de este producto es de alto valor alimenticio y comercial en el mercado internacional; la del erizo de Baja California, en particular, es catalogada

como de gran calidad y más apreciada que el caviar en el mercado Japonés (Montejano, Unidad de Producción Pesquera Santo Tomás, com. pers)

En Baja California, la captura de erizo rojo por sectores se registró a partir de 1979; de ese año a 1992 se han presentado importantes fluctuaciones; registrándose las máximas capturas en los años 1979 y 1986, el primer año con 5, 500 y el segundo con 8, 500 toneladas de peso bruto respectivamente. Durante el período de 1987 a 1990 la captura se mantuvo alrededor de las 4, 000 toneladas, mientras que en los años 1991 y 1992 se presentó un descenso a 2, 000 toneladas (Palleiro *et al.* 1993).

Palleiro *et al.* (1993) mencionan que los datos de captura por zonas concesionadas para las últimas seis temporadas, muestran en todas las zonas un notable decremento en la captura por unidad de esfuerzo, comparado con las temporadas anteriores, lo que sugiere una disminución en cuanto a la abundancia de organismos reclutados a la pesquería.

En la zona sujeta a estudio laboran tres unidades de producción pesquera, estas son: "Puerto de Santo Tomás", "Ejido Ajusco" y la sección especializada "Juan Escutia". De sus actividades, la más importante es la pesca del erizo, efectuándose sobre el erizo rojo y siendo incipiente sobre el erizo púrpura. Las tres unidades de producción cuentan con un total de 28 equipos para la explotación de erizo. Esta actividad la ejercen bajo las siguientes medidas de reglamentación.

1. La Secretaría de Pesca abre la temporada de captura, del 1 de julio al último día del mes de febrero, publicado en el diario oficial de la federación fechado el 12 de junio de 1987.
2. La talla mínima de captura del erizo rojo es de 8 cm de diámetro de caparazón, medido de la parte oral del individuo.
3. Una tolerancia de 5% de erizos por abajo de la talla mínima legal.

Las cuotas de captura por temporada se otorgan en base a un dictamen técnico elaborado por el Instituto Nacional de la Pesca. Para estas unidades de producción la cuota fijada por cada equipo de captura equivalió a 10.5 toneladas de erizo (peso bruto) para la temporada 1992-1993, lo que indica que el promedio de captura de erizo por temporada en la región concesionada que abarca de Punta Santo Tomás a Campo de Enmedio equivale a aproximadamente 294 toneladas (peso bruto) por temporada (Montejano, com.pers.).

Estas unidades de producción pesquera, con la finalidad de administrar y preservar el recurso, han implantado autovedas aún dentro del calendario de captura, en los sitios en los que se ejerció la explotación de la temporada próxima pasada, para dejar a la población en recuperación natural por espacio de 12 meses (León Cortéz, unidad de producción pesquera Santo Tomás, com. pers.).

III OBJETIVO GENERAL

Documentar el estado de la biota bentónica con énfasis en la comunidad de erizo en el área de Punta China, Baja California, sujeta a dos tipos de disturbio: explotación y vertimiento de material calizo, las que configuran en principio, las siguientes condiciones.

- "Sin vertimiento de material calizo/ sin explotación".
- "Con vertimiento de material calizo/ sin explotación".
- "Con vertimiento incierto de material calizo / sin explotación"
- "Sin vertimiento de material calizo / con explotación".

IV AREA DE ESTUDIO

IV.1 Localización

La costa del Pacífico de Baja California tiene una orientación general NNW-SSE, con diferencias locales muy marcadas que resultan de las características geológicas particulares y de la intensidad de los procesos de erosión y depósito (Alvarez, 1991).

La región de Punta China, B.C., se encuentra en las coordenadas geográficas $31^{\circ} 31'$ latitud norte y $116^{\circ} 38'$ longitud oeste (figura 1), dentro de una provincia que comprende desde Punta Descanso hasta bahía San Quintín. Se localiza a 65 km al sur de Ensenada, Baja California, ciudad con la que se comunica por el ramal de la carretera transpeninsular Tijuana-La Paz.

Su franja costera se compone de rocas cristalinas que alternan con capas sedimentarias y lavas. El fondo marino adyacente a la costa entre 0 y 90 m de profundidad, tiene una pendiente promedio de casi 1%. La orientación resultante de la costa forma un ángulo con la orientación resultante de la potencia del oleaje predominante. Este ángulo, combinado con la pendiente del fondo marino, hacen de esta región una costa expuesta, de alta energía, con un flujo energético hacia el sur, que produce un acarreo litoral en este mismo sentido (Alvarez, 1991).

IV.2 Aspectos generales

La región presenta un clima desértico costero con neblinas extremas en verano; su clave es **Bwhn** según el sistema de Koppen modificado por García (1973).

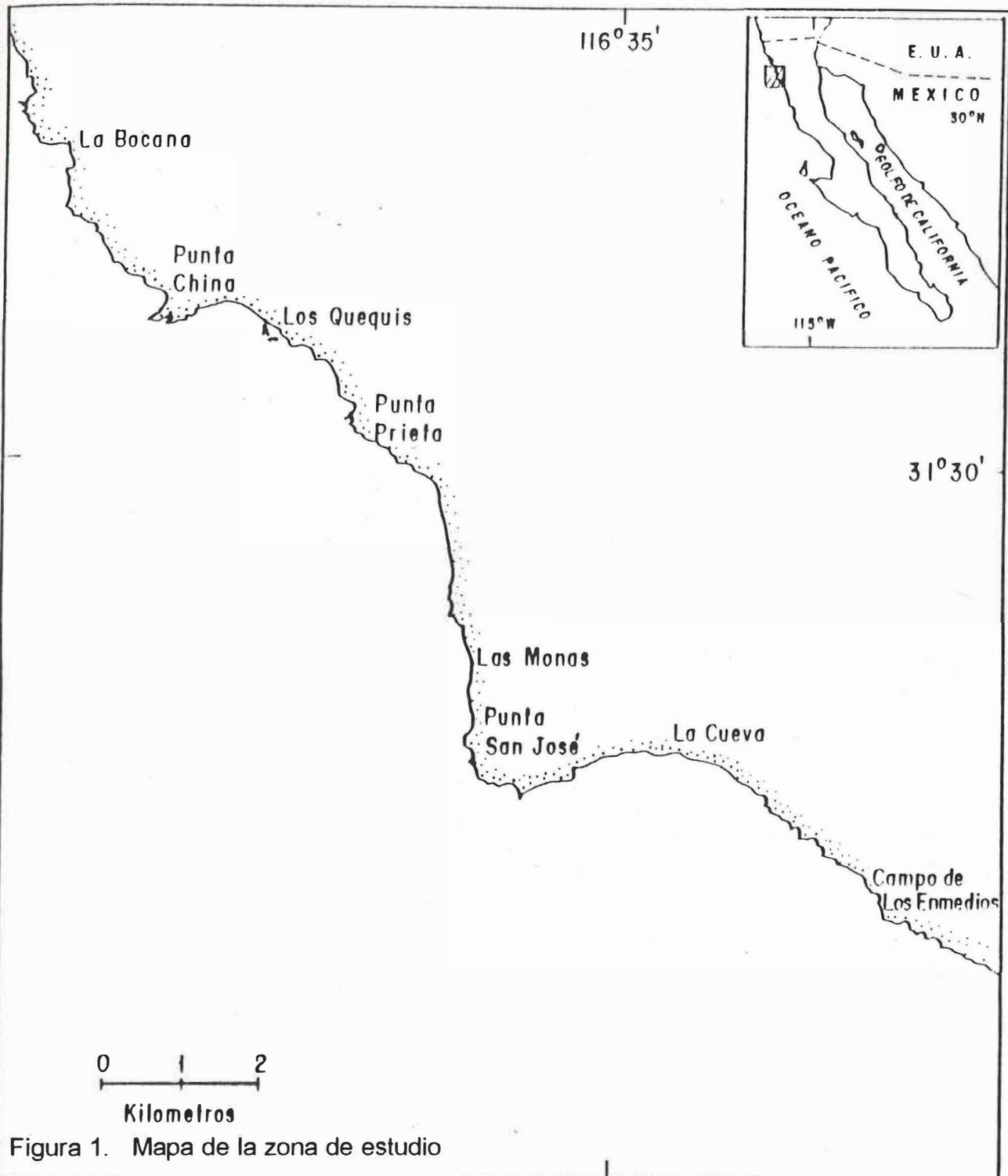


Figura 1. Mapa de la zona de estudio

La temperatura anual promedio es de 16.0°C con máxima extrema mensual de 28.0°C en septiembre y una mínima extrema de 3.0°C en enero. Los vientos predominantes son de dirección noroeste.

La precipitación de esta región es muy variable. Reyes *et al.* (1990) obtuvieron un registro de 40 años de la región y llegaron a las siguientes conclusiones: el mes más lluvioso del año es enero, el mes del año climático que registra la máxima precipitación en las cuatro estaciones consideradas es febrero; la temporada de lluvias comprende los meses entre noviembre y abril registrándose precipitaciones mínimas de mayo a octubre.

Durante el verano se observan máximas extremas de humedad de hasta el 100% durante casi todo el día. Por el contrario cuando se presentan condiciones Santana (vientos del desierto que soplan durante los meses de otoño y primavera) se observan humedades mínimas de hasta 5% durante dos o tres días seguidos. La humedad relativa promedio anual es del orden de 70 a 80%.

Los meses de invierno y primavera están caracterizados por una mayor cobertura de nubes, las cuales están asociadas a frentes de latitudes medias del Océano Pacífico. Por el contrario los meses de verano y otoño tienen una débil cobertura de nubes, lo que está asociado a las sequías estivales de la región semidesértica de Baja California.

IV.3 Datos oceanográficos

Las corrientes de importancia para el presente estudio son básicamente las costeras, dentro de una franja de aproximadamente 10 Km. La orientación de la costa es en general de noroeste a sureste siguiendo esta misma dirección las isobatas. La mayor parte del año las corrientes superficiales también siguen esta dirección inducidas por el viento NW el cual es el predominante (figura 2).

A) Corrientes superficiales.

Las corrientes superficiales sobre la plataforma continental resultan principalmente de la acción del viento, la rotación de la tierra y la radiación solar. En general se reconoce un flujo superficial hacia el sur, paralelo a la costa, con velocidad promedio cercana a 0.20 m/s, aunque se han identificado variaciones estacionales de corto plazo que se apartan notablemente de este flujo promedio y que se suman a las variaciones espaciales que producen la morfología de la costa y del fondo marino (Alvarez, 1991).

B) Corrientes profundas.

A profundidades mayores de 150 m se ha identificado un flujo hacia el NW, con rapidez cercana a 0.25 m/s frente a California USA y el norte de Baja California. Esta corriente, llamada frecuentemente subcorriente de California, trae aguas de bajas latitudes con características del agua ecuatorial. Por su profundidad se ubica en el borde exterior de la plataforma continental a decenas

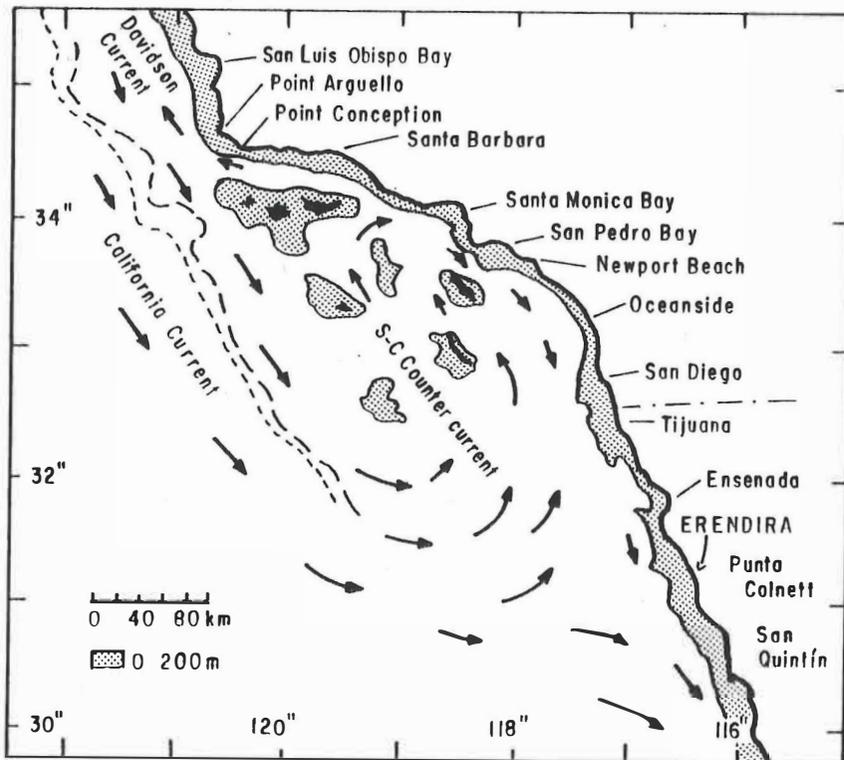


Figura 2. Circulación superficial en la región "Southern California Bight", según Jones, 1971; en Alvarez, 1991.

de kilómetros de la costa, y su flujo está fuertemente afectado por la topografía del fondo marino (Alvarez, 1991).

C) Corrientes de retorno

No existen antecedentes publicados al respecto. Las fotografías aéreas recientes de la zona entre playitas y punta San Ysidro no muestran evidencias de corrientes de retorno (Alvarez, 1991).

D) Oleaje

Los vientos NW que predominan en el Océano Pacífico, frente a las costas de Estados Unidos y el noroeste de México, producen un régimen de oleaje de alta energía que incide sobre las costas de Baja California. La dirección del oleaje que predomina durante todo el año es también NW, con poca variación estacional. El oleaje distante de mayor potencia se genera durante las tormentas de invierno del Pacífico Norte, asociadas a centros de baja presión (Alvarez 1991).

E) Mareas

Las mareas astronómicas de la región son de tipo mixto, con una notable desigualdad diurna. Se ha reportado una pequeña variación espacial a lo largo de la costa del Pacífico de Baja California.

En el Puerto de Ensenada se reporta una marea máxima registrada de +1.48m con respecto al nivel medio del mar. La marea mínima registrada es de -1.40m con respecto al mismo nivel (Alvarez, 1991).

F) Batimetría

En esta región la plataforma continental tiene aproximadamente 20 Km de ancho. A escala de decenas de Km, las isobatas son aproximadamente paralelas a la línea de costa y no se observan evidencias de cañones submarinos que interrumpen la topografía de la plataforma. A escala más pequeña la batimetría del área de estudio muestra isobatas paralelas a la línea de costa hasta de 20 m de profundidad (figura 3).

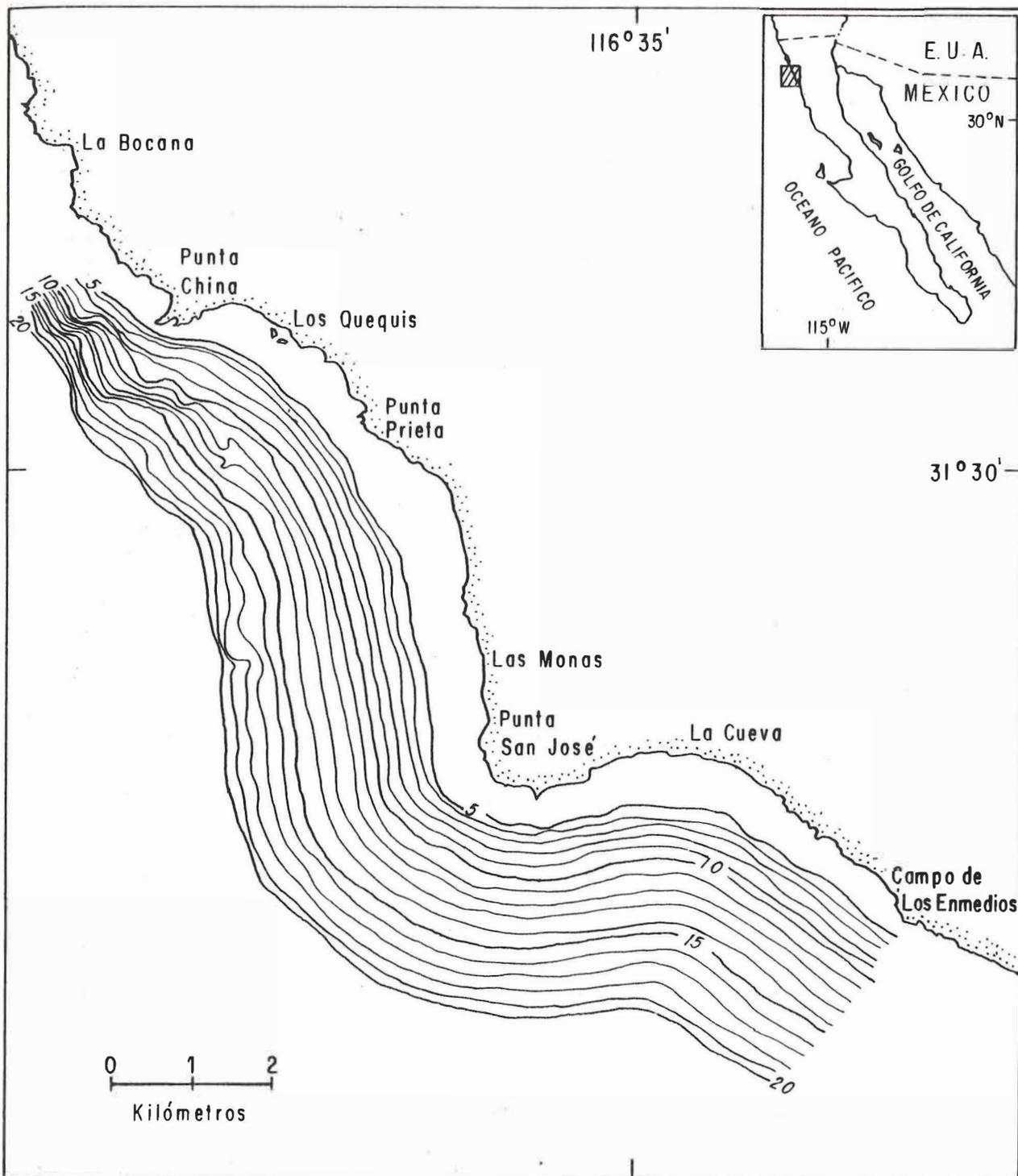


Figura 3. Detalle de la batimetría del área de estudio (Alvarez, 1991).

V METODOLOGIA

V.1 Generalidades

La zona de estudio comprende una longitud de línea de costa de 20 Km e incluye tres "bahías" sucesivas, separadas por dos puntas: Punta China al norte y Punta San José al sur.

El diseño del muestreo se planeó con base a : 1) la topografía; 2) la batimetría ; 3) el patrón superficial de circulación; 4) el posicionamiento de la fuente de material calizo; 5) la localización del área sujeta a explotación.

Sobre esta base se propusieron áreas con diferentes combinaciones de dos tipos de disturbio y se cuidó el realizar un número suficiente de transectos que permitieran trabajar diferencias al interior de las áreas.

1.- Area "sin vertimiento,sin explotación" (SV/SE).

2.- Area "con vertimiento,sin explotación" (CV/SE).

-Con vertimiento en la banda de transporte.de material.

- Con vertimiento en la bodega de material.

- Con vertimiento incierto (transecto las "Monas").

3- Area "sin vertimiento, con explotación" (SV/CE).

Area "sin vertimiento/ sin Explotación" (SV/SE).

Esta área se localiza al norte de Punta China, con los siguientes criterios:

1) se supuso que el patrón de circulación no favorecería el transporte de material calizo que se realiza al sur, en Punta China; 2) se conocía que ahí no se realizaba explotación.

Area "con vertimiento/sin explotación" (CV/SE).

Se ubicó entre Punta China y Punta San José, localizándose tres transectos a fin de poder explorar el alcance espacial del vertimiento. Con este propósito los transectos fueron:

- Transecto 1, localizado frente a la banda de transporte de embarque de material calizo.
- Transecto 2, localizado frente a la bodega de almacenamiento de material calizo, donde el mismo no llega por la maniobra de embarque, sino a través del viento y escurrimientos en la época de lluvias.
- Transecto "Las Monas", localizado en el extremo sur de esta área local y al norte de Punta San José , donde se supuso que llegaría material calizo en menor intensidad que en los otros dos.

Area "sin vertimiento/con explotación" (SV/CE).

Esta área se localiza al sur de Punta San José frente a la localidad de la cueva: 1) se supuso que la barrera natural de la Punta no favorecería el transporte

de material calizo que se vierte al norte; 2) se sabía que ahí se realizaba explotación.

V.2 Trabajo de campo

El trabajo de campo se efectuó durante la época de verano-otoño de 1992. Se eligió el método de muestreo propuesto por Mattison *et al.*, (1977) debido a que se trabajaron áreas con diferentes combinaciones de dos fuentes de disturbio (pesca y vertimiento de material calizo) y el muestreo en transectos permite realizar un análisis del estatus que guarda la fauna bentónica entre las áreas sujetas a cada efecto. En las combinaciones descritas se establecieron transectos perpendiculares a la línea de costa a través de los mantos de algas, sumando un total de cinco transectos con muestreos a 5, 10, 15 y 20 m de profundidad, con 3 réplicas para cada muestreo. La máxima longitud de las isobatas de este tipo de muestreo se eligió debido a que según Mottet (1976) la mayor abundancia de erizo se presenta entre los 10 y 20 metros de profundidad.

Para la ubicación de cada uno de los transectos se marcó el rumbo y la profundidad en una carta batimétrica de la zona de estudio. Para el campo se utilizó una embarcación de 18 pies de eslora para el transporte.

Cada punto de muestreo, fue elegido aleatoriamente en cada isobata. Se midió la longitud del manto algal en metros lineales y se eligió por sorteo el número del metro correspondiente donde se lanzaría un marco de fierro de 1 m² atado a una boya en cada isobata. Las réplicas se efectuaron a un metro de

distancia de la caída original del marco, en dos puntos diferentes marcados en el cuadrante (punto A y punto B).

En cada área de caída del marco se colectaron los erizos presentes, se calculó el porcentaje relativo de la cubierta algal por cuadrante y se colectó la fauna de acompañamiento del erizo. Para la extracción de los organismos se utilizó un equipo de buceo semiautónomo (tipo juca) y con la ayuda de un gancho desprendedor se extrajo la fauna existente, que fue depositada dentro de una jaba metálica para ser llevada a la superficie. A bordo de la embarcación los organismos colectados por cada cuadrante se separaron por especie y se etiquetaron con datos de localidad, profundidad, número de cuadrante y se registraron en formas especiales. Una vez en el laboratorio a los erizos se les determinó las siguientes variables biométricas; peso fresco total, talla y peso fresco gonadal. La biota de acompañamiento fue identificada hasta especie. La flora fue identificada según Abbott y Hollenberg (1982). La fauna fue identificada según McConnaughey, H. y McConnaughey, E. (1987) y de acuerdo con Gotshall (1987) (Apéndice A, B, C, D y E).

En forma simultánea a la extracción de erizos se procedió a la toma de muestras del sedimento por medio de un nucleador (lata de lámina), que fue colocada en el mismo sitio en que se extrajeron los erizos, en cada transecto y en cada punto de muestreo. La muestra de sedimento fue colocada en bolsas de

plástico previamente rotuladas para su transporte y determinación de carbonatos en laboratorio.

V.3 Análisis de carbonatos (material calizo)

La caliza, la dolomita y rocas afines son las más importantes de las rocas sedimentarias de carbonatos. Las calizas han recibido ese nombre porque la cal se fabrica a partir de ellas. Se designa como calizas a aquellas rocas sedimentarias en las cuales la porción carbonosa está compuesta principalmente de calcita (Huang, 1984).

Muchas substancias, además de los carbonatos, ocurren en las calizas y rocas afines. Estas son fragmentos detríticos o piroclásticos arrastrados por el agua hasta la cuenca de depositación y mezclados mecánicamente con los carbonatos. Entre ellos se encuentran el cuarzo, los feldespatos, los minerales arcillosos y restos orgánicos (Huang, 1984).

Pettijohn (citado por Huang, 1984) ha distinguido calizas autóctonas y alóctonas. Las calizas autóctonas son las formadas in situ por una acumulación de estructuras orgánicas que no han sido transportadas desde el lugar que crecieron, vivieron y murieron. En éstas los restos orgánicos pueden estar articulados y pueden aún encontrarse en la posición de crecimiento .

Las calizas alóctonas están compuestas por fragmentos orgánicos depositados en conjunto con los rombos de carbonatos que han sido

fragmentadas, transportadas, clasificadas y finalmente depositados como acumulaciones fragmentarias de material orgánico.

Las calizas (y dolomitas) son producidas por uno o más de varios modos de depositación, a saber: mecánica, química, orgánica o por reemplazamiento. Las calizas pueden depositarse en los mares, lagos, ríos y sobre la tierra. El papel de los organismos en las formaciones de caliza varía mucho con el tiempo y el espacio, ciertas formas como las algas, los foraminíferos y los corales, son importantes constructores de roca. Las algas fueron importantes formadoras de rocas en el Precámbrico y pueden haber sido las formadoras dominantes de la caliza, algunas algas funcionan como agentes conglomerantes de sedimentos, mientras que otras precipitan activamente el carbonato de calcio (Huang, 1984).

Una caliza de origen calcítica está compuesta esencialmente por Carbonato de Calcio. La pureza de la caliza puede ser determinada por métodos que van desde los métodos químicos indirectos hasta por otros más sofisticados como el conteo de partículas por medio de rayos X (Loring y Rantala, 1977).

Por razones logísticas y de disposición de materiales y equipo, los análisis de los sedimentos se corrieron con las técnicas de vía húmeda establecidas en la rutina del laboratorio de control de calidad de la industria cementera local descritas por Orozco (1944).

Con la finalidad de cuantificar el material exclusivamente calizo por medio de la concentración en porcentaje de Carbonato de Calcio las muestras fueron

tratadas en forma individual, extrayendo manualmente y con un pincel los materiales carbonatados de origen biológico (conchas, escamas, huesos, caparachos, etc.), para detalles de la técnica ver apéndice F.

V.4 Análisis de datos

Se realizaron histogramas de frecuencia para conocer la presencia y distribución de clases de peso total, peso gonadal y talla de las dos especies de erizo encontradas a 5, 10, 15 y 20 m de profundidad en las áreas de estudio con diferentes combinaciones de vertimiento de material calizo y explotación.

Se comparó mediante un análisis de agrupamiento cualitativo y cuantitativo la composición y abundancia de la biota, así como la composición y abundancia de la cobertura algal en las tres áreas de estudio, para establecer similitudes sujetas a cada efecto. Para estos análisis de agrupamiento se utilizó el coeficiente de similitud Euclidiano (Brower y Zar, 1984). Los análisis se llevaron a cabo utilizando el paquete estadístico SYSTAT 5.01. No fue necesario ningún tipo de transformación de los datos.

Se determinó el grado de asociación entre las variables biométricas (peso total, peso gonadal y talla) de *S. franciscanus* y de *S. purpuratus* y el grado de asociación entre las mencionadas variables y el (%) de carbonatos de los sedimentos en que se encontraron tales especies. Para tal efecto se aplicó la prueba de coeficiente de correlación de rango de Spearman, estos análisis se

llevaron a cabo utilizando el paquete estadístico STATISTIC 4.01. No fue necesario ningún tipo de transformación de los datos.

VI RESULTADOS

VI.1 Descripción general

En toda el área estudiada se encontró un total de 36 especies (15 de fauna y 21 de flora). Dentro de la fauna destacan los erizos *S. franciscanus* y *S.purpuratus*, el molusco *Quelletia quelletii*, la ascidia *Styella monterreyensis* y los asteroides *Patiria miniata* y *Pisasteur giganteus*. Con respecto a la flora figuran las algas *Macrocystis pyrifera*, *Desmarestia ligulata*, *Rhodymenia pacifica*, *Gellidium robustum* y *Halidrys dioica*.

La tabla I presenta el listado total de la biota por abundancia descendente de número de individuos (fauna) y porcentaje de cobertura (flora), y los valores del contenido de carbonatos (%).

El número de especies de fauna y flora, la cobertura algal y el porcentaje de carbonatos, variaron mucho entre zonas y al interior de cada una de ellas. Por ejemplo, las dos especies de erizo estuvieron presentes en todas las áreas, pero el número máximo se presentó en el área "sin explotación /sin vertimiento", mientras que el mínimo se presentó en el área "con Vertimiento /sin Explotación" (frente a la bodega).

El número de especies de fauna de acompañamiento no fué muy variable entre áreas, oscilando entre 7 y 11 especies. Pero especies como *Sytella monterreyensis*, estuvo únicamente presente en el área "sin Vertimiento/sin explotación".

Tabla I. Listado total de la biota por abundancia descendente de número de individuos (fauna), porcentaje de cobertura (flora), y contenido de carbonatos (%).

AREAS RESULTANTES DEL ANALISIS DISEÑO DE CAMPO Y MUESTREO PROFUNDIDADES FAUNA ERIZOS FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO FLORA	SIN EXPLOTACION, SIN VERTIMIENTO				CON FUERTE VERTIMIENTO	SIN EXPLOTACION ADYACENTE A FUERTE VERTIMIENTO										CON EXPLOTACION, SIN VERTIMIENTO								
	SIN EXPLOTACION, SIN VERTIMIENTO					SIN EXPLOTACION, CON VERTIMIENTO										SIN EXPLOTACION, VERTIMIENTO?				CON EXPLOTACION, SIN VERTIMIENTO				
						TRANSECTO 1 (TRANSPORTE)					TRANSECTO 2 (BODEGA)					TOTAL								
	10M	15M	20M	TOTAL		5M	10M	15M	20M	TOTAL	5M	10M	15M	TOTAL	TOTAL	10M	15M	20M	TOTAL	10M	15M	20M	TOTAL	
1 <i>S. franciscanus</i>	17	20	31	68	0	1	3	3	7	1	0	1	2	9	2	7	6	15	1	7	8	16		
2 <i>S. purpuratus</i>	9	0	0	9	18	1	0	0	19	5	4	0	9	28	12	0	0	12	8	4	0	12		
Subtotal Individuos	26	20	31	77	18	2	3	3	26	6	4	1	11	37	14	7	6	27	9	11	8	28		
Subtotal Especies	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2		
3 <i>Quelletia quelletii</i>	5	3	3	11	0	0	2	7	9	0	3	0	3	12	0	4	8	12	0	2	2	4		
4 <i>Styela montereyensis</i>	0	34	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
5 <i>Patina miniate</i>	2	3	1	6	0	0	9	9	0	3	0	3	11	3	0	0	3	4	4	0	3	7		
6 <i>Pisaster giganteus</i>	2	1	0	3	2	3	0	0	5	1	3	0	4	9	2	0	0	2	0	0	0	0		
7 <i>Cypraea spedicte</i>	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	2	3	5		
8 <i>Megathura crenulate</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	2	0	1	1	2	1	1	0	2		
9 <i>Astraea gibberosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	3	3		
10 <i>Astraea undosa</i>	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0	1		
11 <i>Pisaster brevispinus</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0		
12 <i>Tegula regina</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1		
13 <i>Parastichopus parvimensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1		
14 <i>Aplysia californica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
15 Esponja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
Subtotal Individuos	9	43	4	56	2	3	7	17	29	2	6	3	14	43	5	9	12	26	5	7	13	25		
Subtotal Especies	3	5	2	5	1	1	5	3	7	2	3	3	6	8	2	4	4	8	2	5	6	9		
Total Fauna (individuos)	35	83	35	133	20	5	10	20	55	8	13	4	25	80	19	16	18	63	14	18	21	53		
Total Fauna (especies)	5	6	3	7	2	3	6	4	9	4	4	4	9	10	4	5	5	10	4	7	7	11		
16 <i>Macrocystis pyrifera</i>	13.3	28.3	28.7	22.7	0	0	6.7	8.3	3.7	0	1.7	8.3	3.3	3.5	11.6	13.3	18.3	14.4	0	10	10	6.6		
17 <i>Desmarestia ligulate</i>	6.7	13.3	0	6.6	25	16.7	0	0	10.4	25	10	6.7	14	12.2	0	0	0	0	0	10	5	5		
18 <i>Rhodymenia pacifica</i>	3.3	0	0	1.1	0	0	18.3	16.7	8.7	3.3	10	16.7	10	9.4	11.6	0	5	5.5	20	0	10	10		
19 <i>Algas incrustantes</i>	11.7	3.3	5	6.6	6.7	0	10	0	4.2	0	0	0	2.1	10	0	0	4.3	3.3	15	11.6	0	8.9		
20 <i>Gelidium robustum</i>	8.3	0	0	2.8	0	15	20	0	8.7	10	23.3	0	3.3	6	10	0	0	3.3	0	0	0	0		
21 <i>Phonitis sp.</i>	6.7	0	11.7	6.1	0	0	0	5	1.2	0	0	0	0	0.6	10	0	0	3.3	20	0	0	6.6		
22 <i>Botryocloedia neushullii</i>	0	0	0	0	0	0	0	18.3	4.6	0	0	20	6.7	5.8	0	6.6	6.6	4.4	0	0	0	0		
23 <i>Halidris dioica</i>	0	0	0	0	33.33	0	0	0	8.3	20	0	0	6.7	7.5	0	0	0	0	0	0	0	0		
24 <i>Botryoglossum farlowianum</i>	0	6.7	3.3	3.3	0	0	0	5	1.2	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	15	10	8.3		
25 <i>Rhodymenia sp.</i>	0	3.3	8.3	3.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	10	8.3		
26 <i>Gelertina exasperata</i>	8.3	0	0	2.8	0	10	0	0	2.5	1.7	10	0	3.9	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0		
27 <i>Phonitis liillii</i>	15	0	5	6.6	0	10	0	0	2.5	0	0	0	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0		
28 <i>Calliarthron cheilosporioides</i>	0	0	10	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	3.3		
29 <i>Polymeura sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	10	8.3	8.1	0	0	0		
30 <i>Calliophyllis violaceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	5	5	0	0	0	0		
31 <i>Chondria nidifica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	5	5	0	0	0	0		
32 <i>Laurencia spectabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	5	5	0	0	0	0	0		
33 <i>Botryocloedia sp.</i>	0	13.3	0	4.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
34 <i>Botryoglossum pseudodichotome</i>	0	8.3	0	2.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
35 <i>Rhodymenia lobata</i>	0	0	5	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
36 <i>Botryocloedia pseudodichotome</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	3.3		
Rango de Cobertura Algal	85-80	75-80	80-80	66.7-80	55-75	45-50	50-50	50-55	50-72.5	60-60	50-50	50-55	53.3-58	51-60	50-50	55-65	45-60	50-61.7	55-55	80-65	85-85	60-61.8		
Promedio de Cobertura Algal	70	76.7	71.7	72.8	65	51.7	55	53.3	56.2	60	55	51.7	55.6	56	53.3	60	53.3	55.5	55	61.6	65	60.5		
Total Flora (especies)	8	7	8	14	3	4	4	5	11	5	5	4	7	11	5	6	7	10	3	5	7	9		
% DE CARBONATOS (Promedio)	8.1	7.5	7.8	7.8	85.4	21.1	19.5	7.3	33.3	14.5	10.8	10.8	12	24.2	9.1	10.3	12.1	10.5	7.2	8.4	13.4	9.9		

El número de especies de algas osciló entre 9 y 14, con variaciones según las áreas: *Macrocystis pyrifera* fue mucho más abundante en el área "sin explotación/sin vertimiento"; *Halidrys dioica* estuvo solamente presente en el área "Sin explotación/con Vertimiento", y dentro de ésta, sólo a los 5 m de profundidad.

VI.1.1 Area "sin explotación /sin vertimiento"

En conjunto estuvieron las dos especies de erizos, con variaciones según la profundidad; las dos especies ocurrieron juntas sólo a los 10 m de profundidad, mientras que a los 10, 15 y 20 m sólo estuvo presente *S. franciscanus*.

La abundancia de cada una de las especies fue muy diferente ya que del total de 77 erizos para toda el área, *S. purpuratus* reunió 9 individuos, mientras que *S. franciscanus* reunió un total de 68. A los 10m, única profundidad en que estuvieron las dos especies, se notó la misma relación (*S. purpuratus* tuvo la mitad que *S. franciscanus*). El número de *S. franciscanus* tendió a aumentar hacia mayor profundidad.

La fauna de acompañamiento estuvo representada por 5 especies y 56 individuos. El mayor número de individuos lo reunió *Styella monterreyensis* seguida por *Quelletia quelletii*, *Patiria miniata*, *Pisasteur giganteus* y *Cyprasea spadica*. Tres de las cinco especies tendieron a ser menos abundantes al incrementarse la profundidad y dos de ellas (*Cyprasea spadica* y *Styella monterreyensis*) se presentaron únicamente a los 15 m de profundidad. En general, el mayor número de especies e individuos se presentó a los 15 m de profundidad.

De un total de 14 especies, la cobertura total algal promedio fue de 72.8% oscilando entre 71.7 y 76.7 %. El mayor porcentaje de cobertura algal se presentó a los 15m. La especie más abundante fue *Macrocystis pyrifera* con un rango de 13.3-28.3 y un promedio de 22.7 %, seguida por *Desmarestia ligulata*, *Prionitis lialli*, *Prionitis* sp., y algas incrustantes, con un promedio de alrededor del 6%. *Botryocloadia* sp. tuvo un promedio de 4.4%, *Rhodymenia* sp. 3.9%; *Botryoglossum faylowianum* y *Calliarthron chellosporioides*, 3.3%; *Botryoglossum pseudodichotoma*, *Gigartina exasperata* y *Gellidium robustum*, 2.8%.

En esta área el porcentaje de carbonatos osciló entre 7.5 y 8.1% con un promedio de 7.8%.

VI.1.2 Area "sin explotación/con vertimiento"

Existieron diferencias entre los dos transectos, las cuales pueden advertirse inspeccionando el total de transecto 1, el total del transecto 2 y el gran total. Por ejemplo, las dos especies de erizo fueron mucho más abundantes en el transecto 1 que en el transecto 2 (*S. franciscanus*: 28 totales, 19 en el transecto 1, 9 en el transecto 2; *S. purpuratus*: 37 totales, 26 en el transecto 1, 11 en el transecto 2).

Las diferencias entre transectos parecen deberse a las variaciones entre profundidades dentro del transecto 1, donde los 5 m fueron muy diferentes del resto. Por ejemplo, casi la totalidad de los erizos estuvo concentrada en esa profundidad (18 de 19, para *S. purpuratus*). Otra diferencia notable fue con la cobertura de *Halidrys doica*, que estuvo solamente a los 5 m. Finalmente, hubo una diferencia muy marcada en el porcentaje de carbonatos, que alcanzó a esa

profundidad un valor de 85.4% mientras que en las demás profundidades no pasó del 22% oscilando entre 7.3 y 21.1%.

Existiendo tantas diferencias entre transectos, el análisis conjunto del área sin explotación y con vertimiento no tiene mayor significado.

Como se verá más adelante, estas diferencias hicieron que en los análisis de agrupamiento la profundidad de 5 m del transecto 1 se separara, tanto al resto del transecto 1 como de todo el transecto 2.

VI.1.3 Area "vertimiento incierto/sin explotación" y Area "sin vertimiento/con explotación".

Estas dos áreas presentaron una composición muy similar entre sí, tanto en número total y abundancia relativa de las dos especies de erizo como en la fauna de acompañamiento. Sólo *Quelletia quelletii* fue bastante más abundante en el área con explotación y vertimiento incierto. El porcentaje de carbonatos también fue muy parejo, con rango 7.2-13.4.

Debido a estas similitudes, estas dos áreas resultaron unidas en el análisis de agrupamiento, como se verá más adelante.

VI.2 Análisis de agrupamiento

Como resultado de la variación dentro de las áreas originalmente designadas, el análisis de agrupamiento reclasificó las áreas y modificó la

separación original (figura 4A; tabla I, porción superior del encabezado de las columnas).

El análisis de agrupamiento de las estaciones con base a criterios cuali-cuantitativos (presencia y abundancia relativa) considerando el número de erizos, el número de individuos de la fauna de acompañamiento, y el porcentaje de cobertura algal, permitió distinguir tres grupos (figura 4B).

En un extremo separó el área al norte de Punta China con sus tres profundidades (10, 15 y 20 m).

El otro extremo, separó los 5 m de profundidad del área inmediata frente a Punta China (transecto 1 de área "Con vertimiento/Sin explotación).

Todos los demás puntos quedaron agrupados en un gran bloque que comprende: 1) el resto de los puntos inmediatos frente a Punta China (excepto a 5m); 2) el transecto a la altura de Las Monas; 3) el transecto inmediatamente al sur de Punta San José.

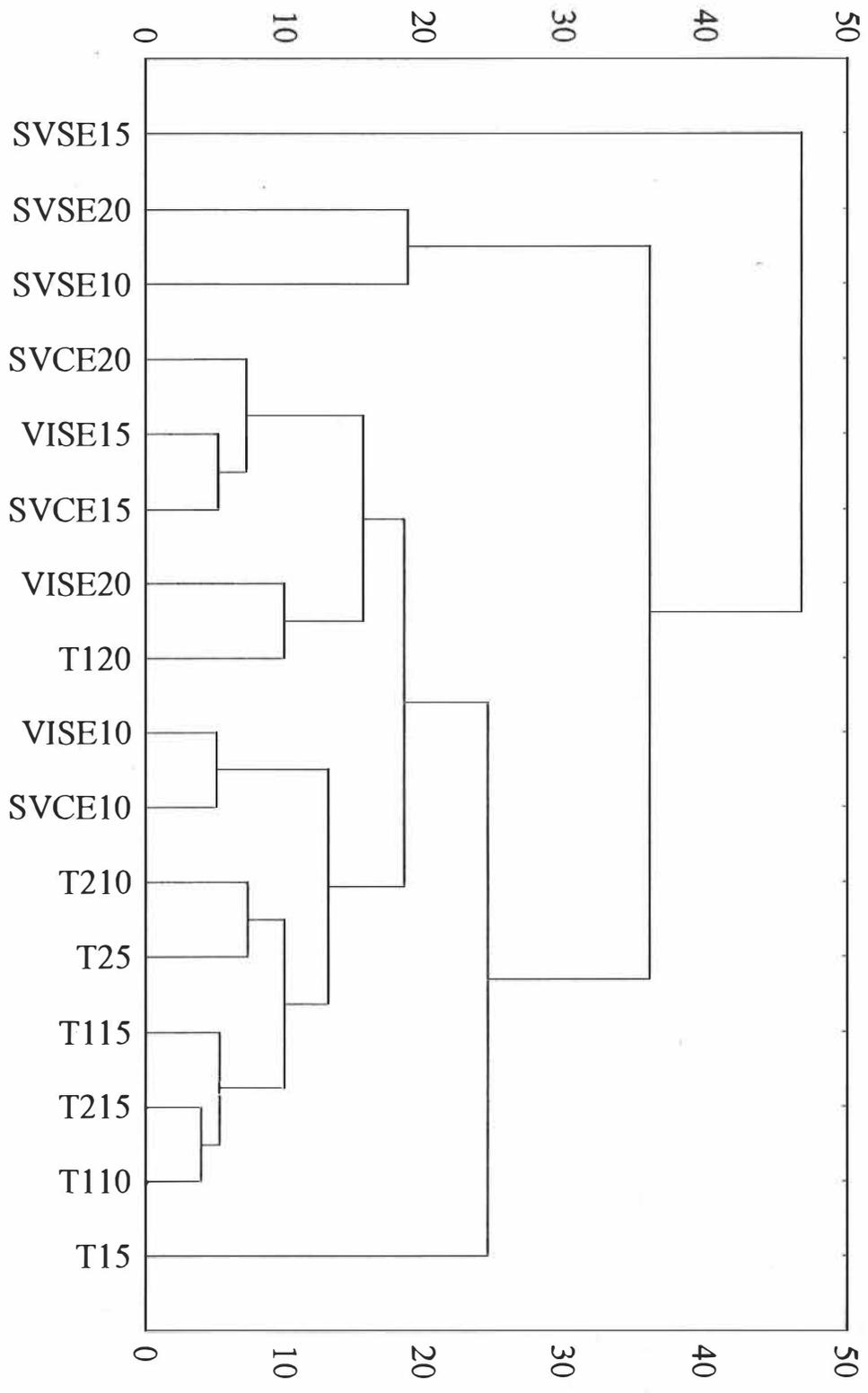


Figura 4A. Dendrograma del análisis de agrupamiento con base a criterios cuali-cuantitativos de la biota del área de estudio.

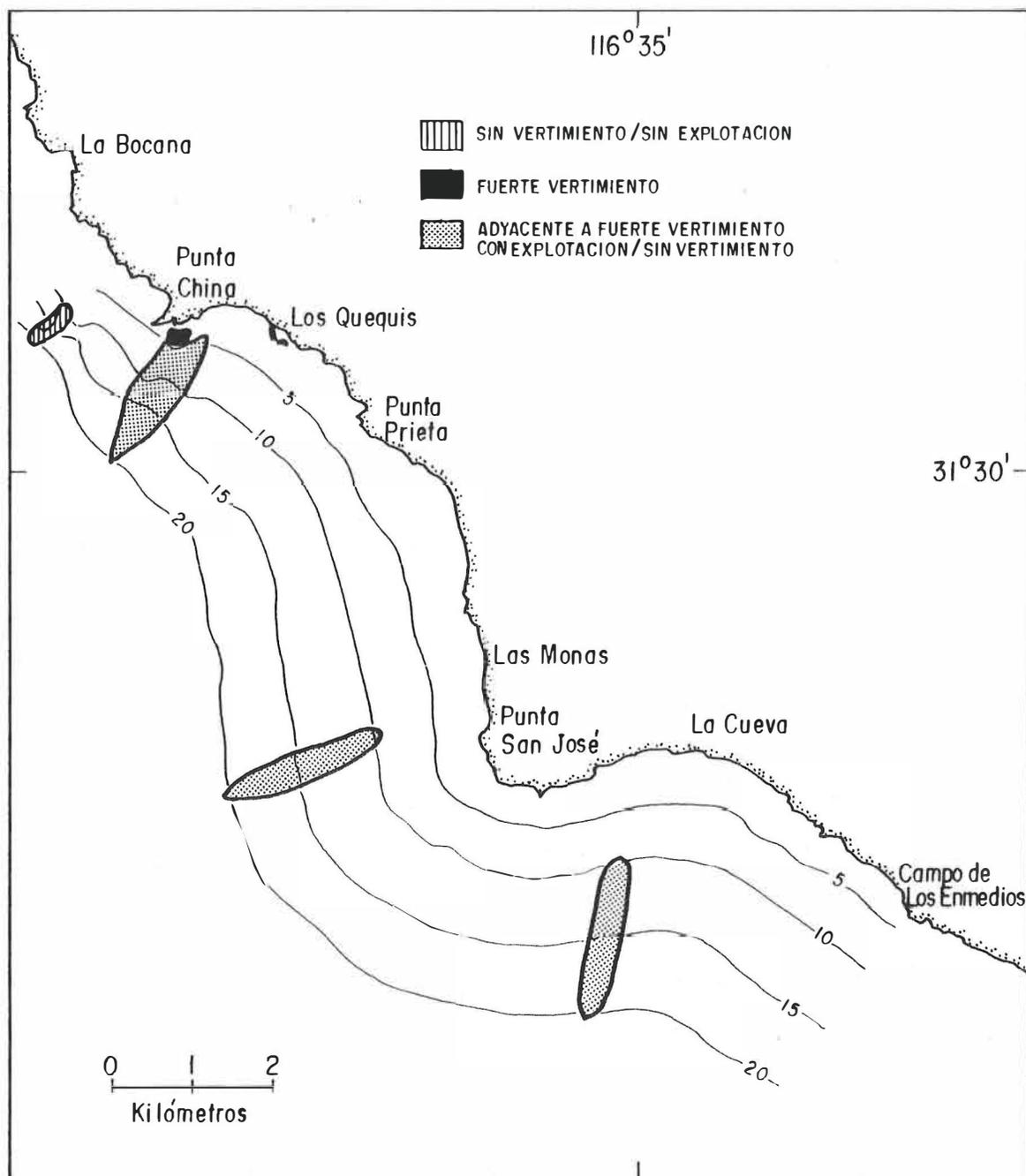


Figura 4B. Resultado del análisis de agrupamiento con base a criterios cuali-cuantitativos de la biota del área de estudio.

VI.3 Definición de nuevas áreas con base a la interpretación del análisis de agrupamiento y a la documentación de la explotación realizada en campo.

En la interpretación del dendograma, se justificó la separación de los grupos del siguiente modo.

- a) El área "sin vertimiento/sin explotación" se explicó por la abundancia de *S. franciscanus* y *Macrocystis pyrifera*.
- b) La estación de los 5 m inmediata frente a Punta China se explicó por ausencia de *S. franciscanus* y la cobertura de *Halidrys dioica*.
- c) La gran área que comprendió el resto de las estaciones se explicó por un reparto más uniforme de los componentes del sistema.

La interpretación del dendograma dió base a una reclasificación de las áreas designadas originalmente, ya que se observó que el área "con vertimiento/sin explotación", originalmente situada entre Punta China y Punta San José, no quedó agrupada en el dendograma, sino que separó claramente un solo punto y unió todos los demás entre sí y con los situados al sur de Punta San José.

Por lo tanto, se procedió a reagrupar las áreas considerando además los datos del porcentaje de carbonatos (tabla 1) y la información tomada en campo, donde se vió que la explotación no estaba restringida al sur de Punta San José.

Como resultado, las áreas quedaron como siguen:

VI.3.1 Area " sin explotación /sin vertimiento ".

Esta área corresponde con la designada originalmente, al norte de Punta China. Comprendió las tres profundidades de la que puede considerarse área control, en donde no ocurre ninguno de los dos disturbios. Dentro de este grupo hubo mayor afinidad entre 10 y 20 m, mientras que los 15 m se separaron algo más. Esta área quedó caracterizada por presentar la mayor abundancia de *S. franciscanus* y de *M. pyrifera*.

VI.3.2 Area "con fuerte vertimiento/sin explotación" y área "adyacente a fuerte vertimiento/sin explotación".

Estas dos nuevas áreas resultaron de la división de la originalmente designada como " con vertimiento/ sin explotación ".

La nueva área "con fuerte vertimiento/ sin explotación " corresponde con la separación del dendograma y se refuerza por la concentración de carbonatos, que no solo alcanzó el máximo sino que superó entre 4 y 10 veces los valores en cualquiera de los demás puntos. Esta área quedó caracterizada por presentar ausencia de *S. franciscanus* y la máxima abundancia de *Halidrys dioica*.

La nueva área "adyacente a fuerte vertimiento/sin explotación", es una interpretación del gran grupo separado por el dendograma, con base a que los valores de carbonatos estuvieron alrededor del 20%, mientras que el resto de los puntos no sobrepasaron del 12%. Además, en esta área no existe explotación,

mientras que los puntos más cercanos a Punta San José, como se verá más adelante, si la tienen.

VI.3.3 Area "con explotación/sin vertimiento".

Esta área, que originalmente se ubicó al sur de Punta San José, se amplió hacia el norte para incluir el transecto frente a Las Monas, que originalmente se supuso sin explotación y con vertimiento incierto. Ese nuevo arreglo se hizo porque en campo se verificó que: 1) existe explotación; 2) el vertimiento es mínimo, de acuerdo a los resultados de los análisis de carbonatos en sedimentos.

VI. 4 Relación entre las variables ambientales, disturbios y biota.

VI.4.1 Relación entre el número de erizos, la profundidad, el contenido de carbonatos y la explotación en cada una de las condiciones.

La relación entre la abundancia de los erizos, la profundidad y el contenido de los carbonatos se exploró independientemente para cada una de las especies de erizos en las cuatro nuevas áreas que resultaron del análisis de agrupamiento que se describió en el inciso anterior (figura 5a y figura 6a).

La abundancia de cada una de las especies en relación con la profundidad independientemente de las áreas mostró en general, que el número de *S. franciscanus* aumenta hacia mayor profundidad (figura 5b). Mientras que *S. purpuratus* disminuye hacia mayor profundidad (figura 6b). Esta tendencia general varió mucho en cada una de las condiciones y según las especies.

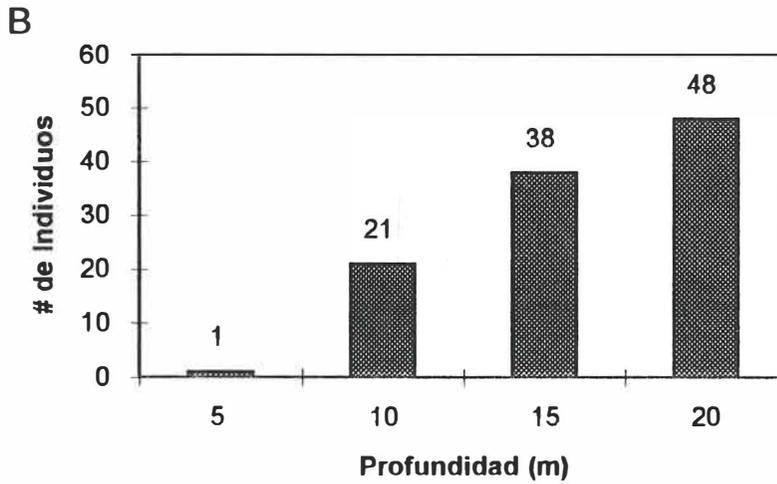
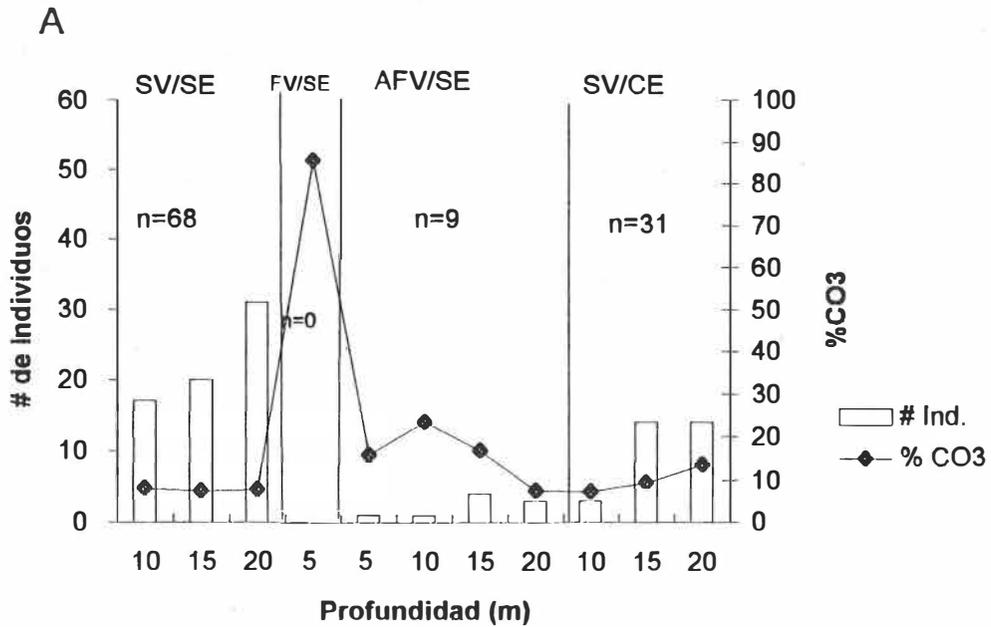


Figura 5A. La abundancia de *S. franciscanus* y la concentración de carbonatos a diferentes profundidades en cada una de las áreas.

Figura 5B. La abundancia de *S. franciscanus* en relación con la profundidad independientemente de las áreas.

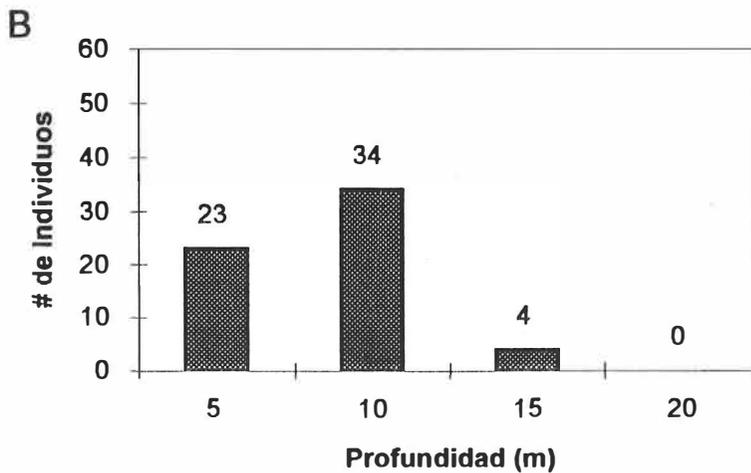
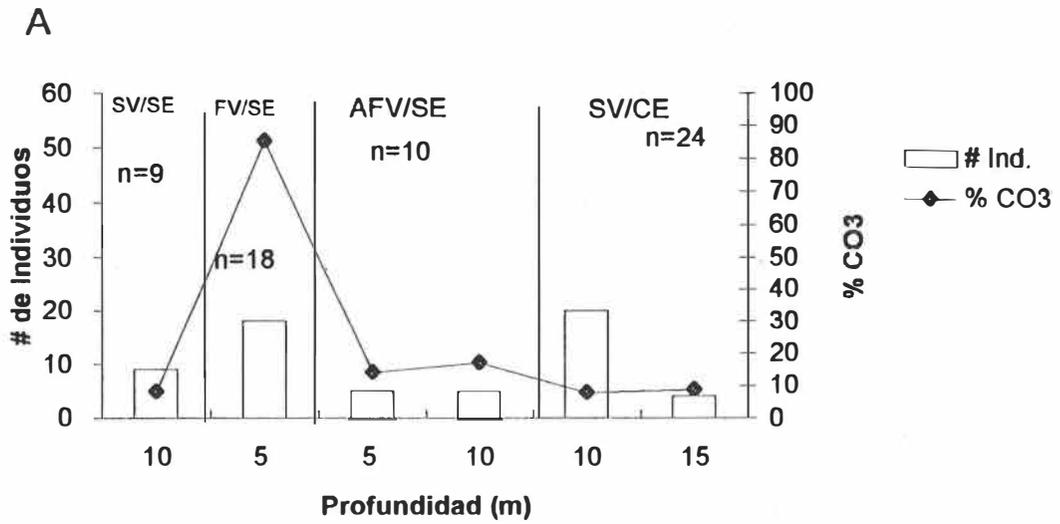


Figura 6A. La abundancia de *S. purpuratus* y la concentración de carbonatos a diferentes profundidades en cada una de las áreas.

Figura 6B. La abundancia de *S. purpuratus* en relación con la profundidad independientemente de las áreas.

S. franciscanus

Las dos áreas sin vertimiento presentaron el mayor número de individuos, y en ambas la abundancia fue mayor hacia mayor profundidad según el patrón general. Sin embargo, el número fue mayor en el área sin explotación (figura 5a, izquierda) y menor en el área con explotación (figura 5a, derecha). En ambos el contenido de carbonatos no sobrepasó el 13.4%. El área sin explotación tuvo valores parejos en las tres profundidades, mientras que en el área con explotación fue aumentando ligeramente con la profundidad.

En el área "adyacente a fuerte vertimiento/sin explotación", el número de ejemplares de *S. franciscanus* fue mucho menor, aunque se notó también la tendencia de mayor abundancia con mayor profundidad. El contenido de carbonatos osciló entre 7.3 y 21.1%, siguiendo la tendencia de disminuir la concentración con la profundidad. El número mínimo de ejemplares se encontró tanto a los 10 m, que tuvo el máximo de carbonatos, como a los 5 m, que tuvo menos carbonatos (14.5%); esta misma concentración de carbonatos se encontró a 15 m, donde el número de erizos fue mayor, mientras que el mínimo de carbonatos ocurrió a los 20 m, donde los erizos tuvieron el segundo punto más abundante del transecto (figura 5a, centro derecha).

En el área "fuerte vertimiento/sin Explotación", la concentración de carbonatos fue muy alta (85.4%) y la presencia de erizos fue nula (figura 5a, centro izquierda).

La comparación entre el área "sin vertimiento, sin explotación" y el área "sin vertimiento, con explotación" sugiere que la explotación deprime el número de ejemplares. Las áreas "fuerte vertimiento/ sin explotación" y "adyacente a fuerte vertimiento/ sin explotación" sugieren que el contenido de carbonatos también deprime el número de *S. franciscanus*, aunque no puede descartarse que en el área "fuerte vertimiento/ sin explotación" también pudiera darse explotación no registrada.

S. purpuratus

El área "sin vertimiento/con explotación" tuvo el mayor número de individuos (figura 6a, derecha) con una abundancia mayor hacia menor profundidad y una concentración de carbonatos que osciló entre 7.2 y 13.4%. Le siguió muy cerca el área sin explotación con fuerte vertimiento (figura 6a, centro izquierda) con la máxima concentración de carbonatos (85.4%).

El área "adyacente a fuerte vertimiento/ sin explotación", presentó valores muy parejos de abundancia en las dos profundidades, con una oscilación en los carbonatos de 10.8 a 21.1% (figura 6a, centro derecha).

El área "sin vertimiento/sin explotación", presentó una abundancia intermedia, con 8.1% de carbonatos (figura 6a, izquierda).

Como se trata de una especie que no tiene explotación, sólo podría verse la relación con el contenido de carbonatos, la cual no siguió ninguna tendencia determinada.

VI.4.2 Análisis de correlación entre número de erizos y concentración de carbonatos.

El número de individuos de ambas especies mostró diferentes correlaciones con la concentración de carbonatos. Para *S. franciscanus* se presentó un coeficiente de correlación negativa no significativa ($P > .05$) entre ambas variables (figura 7A). Para *S. purpuratus* se presentó un coeficiente de correlación positiva no significativa ($P > .05$) entre ambas variables (figura 7B).

V1.4.3 Frecuencia de tamaño de las dos especies de erizos en las diferentes áreas.

El análisis del histograma de frecuencia de tamaño de ambas especies en las diferentes áreas mostró diferencias en la especie sujeta a explotación (*S. franciscanus*), y menos diferencias en la no sujeta a explotación (*S. purpuratus*).

En la especie sujeta a explotación *S. franciscanus*, el histograma general de toda la región estudiada independientemente de todas las áreas mostró tallas entre 2y10 cm con un aumento progresivo en la frecuencia de tallas mayores (figura 8A).

Un tipo de histograma similar se encontró únicamente en el área "sin vertimiento/sin explotación" pero fué diferente en las otras áreas (figura 8B): En el área "fuerte vertimiento/sin explotación" no estuvo representada la especie; en el área "adyacente a fuerte vertimiento/sin explotación" estuvieron representadas las tallas entre 4 y 10 cm (figura 9A); en el área "sin vertimiento/con explotación",

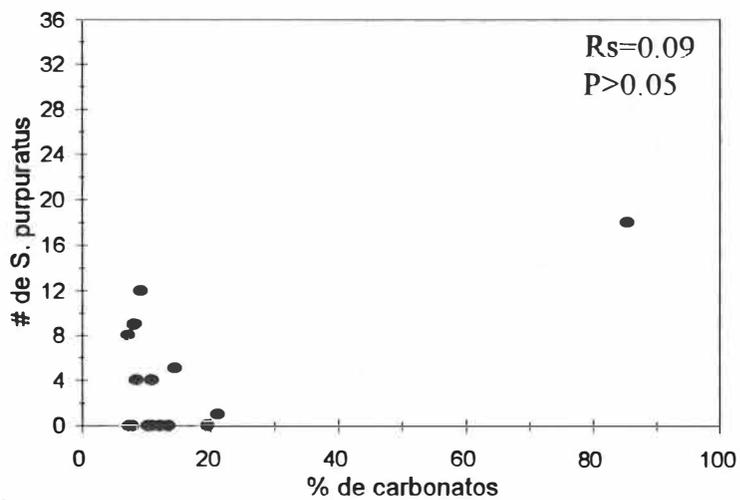
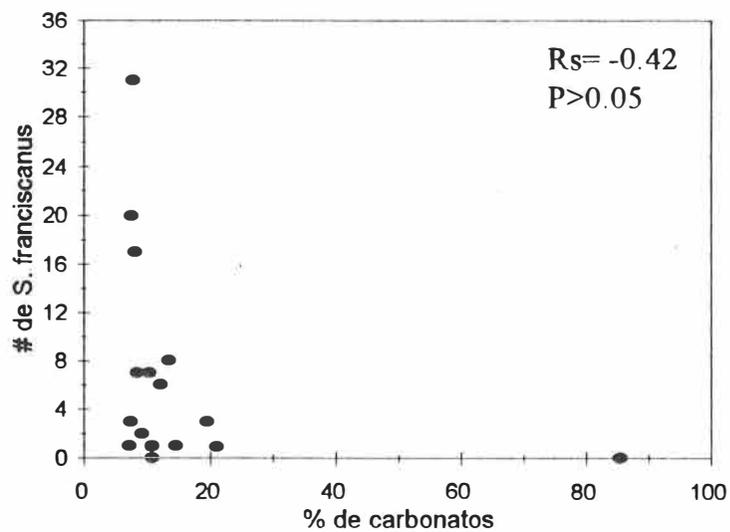


Figura 7. Análisis de correlación del número de erizos contra la concentración de carbonatos *S. franciscanus* (A) y *S. purpuratus* (B). R_s (Coeficiente de correlación de Spearman).

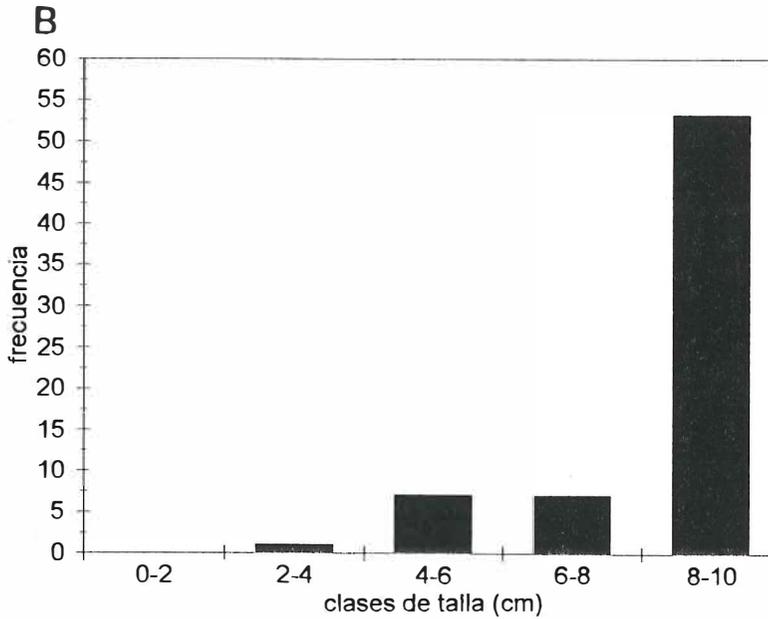
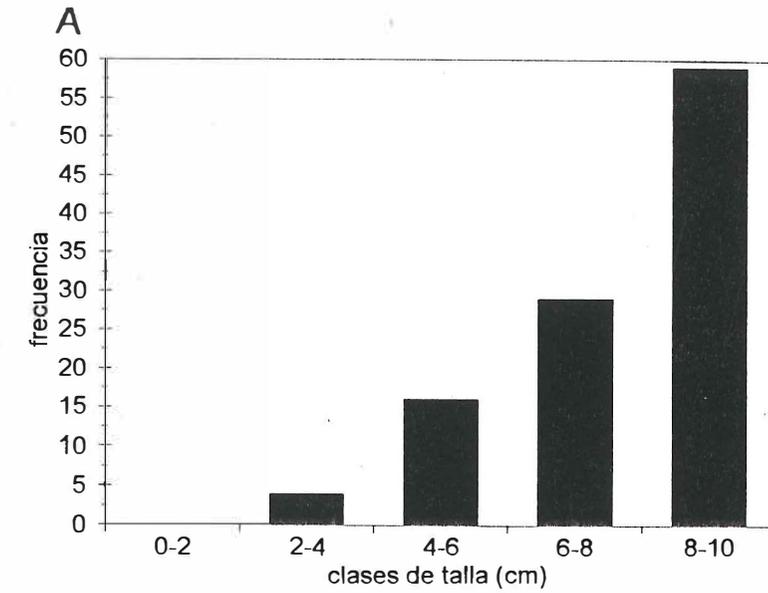


Figura 8. Frecuencia de talla de *S. franciscanus* de todas las áreas de estudio (A) y en el área "Sin Vertimiento/Sin Explotación" (B).

estuvieron representadas 4 marcas de clase pero la de 8-10 cm fuertemente deprimida en su frecuencia (figura 9B).

La comparación entre la figura 8B y la figura 9B ilustran el efecto de la pesca sobre las tallas mayores. La figura 9A puede interpretarse como el efecto de la concentración de carbonatos y también que pudiera haber pesca no registrada.

En la especie que no se ejerce la explotación *S. purpuratus*, el histograma general de todas las áreas estudiadas mostró tallas entre 1.5 y 8 cm, con la mayor frecuencia en la clase 4-6 (figura 10).

Un tipo de histograma similar se encontró únicamente en el área "sin vertimiento/ con explotación", las tallas oscilaron entre 1.5 y 8 cm, siendo la clase más frecuente 4-6 (figura 11A): En el área "fuerte vertimiento/sin explotación", las tallas oscilaron entre 2 y 8 cm con la marca de clase más frecuente de 4-6 (figura 11B); en el área "adyacente a fuerte vertimiento/sin explotación" estuvieron, representadas las tallas entre 2 y 8 cm; con la marca de clase más frecuente de 4-6 (figura 12A).; en el área "sin vertimiento/ sin explotación" las tallas oscilaron entre 2 y 6 cm con la marca de clase más frecuente 2-4 (figura 12B).

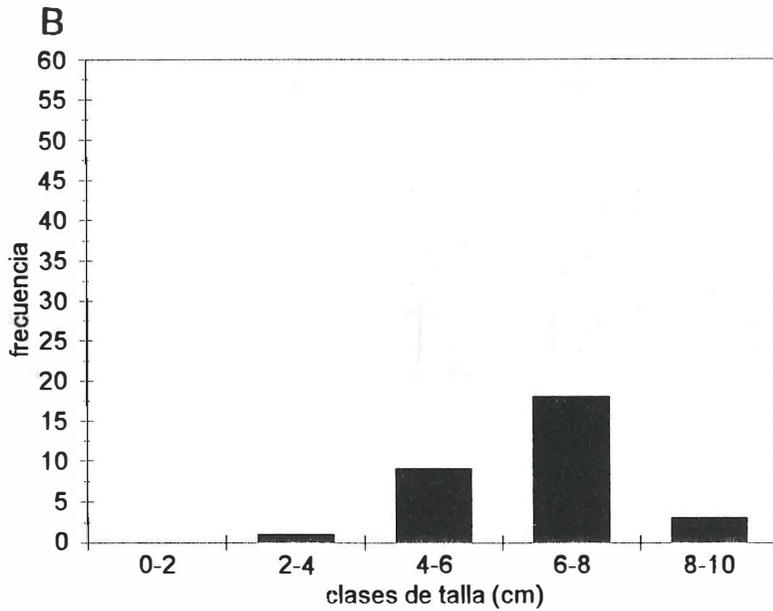
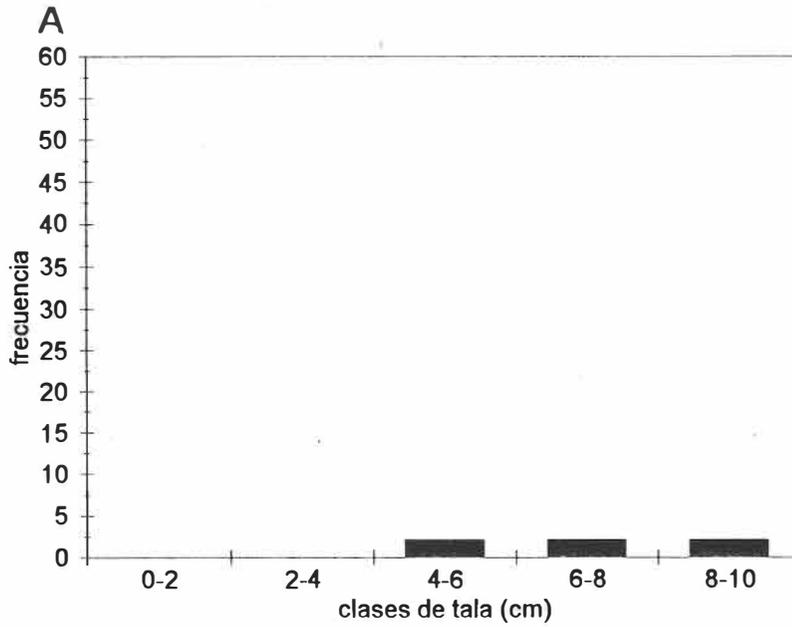


Figura 9. Frecuencia de talla de *S. franciscanus* en el área "Adyacente a Fuerte Vertimiento" (A) y en el área "Sin Vertimiento/Con Explotación" (B).

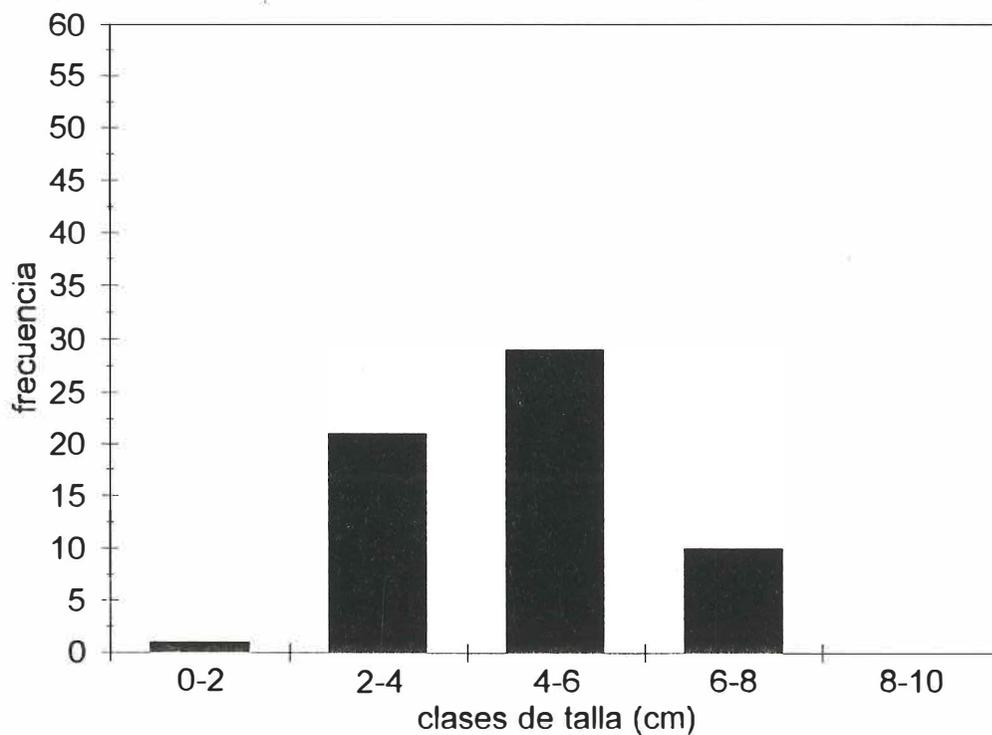


Figura 10. Frecuencia de talla de *S. purpuratus* de todas las áreas de estudio

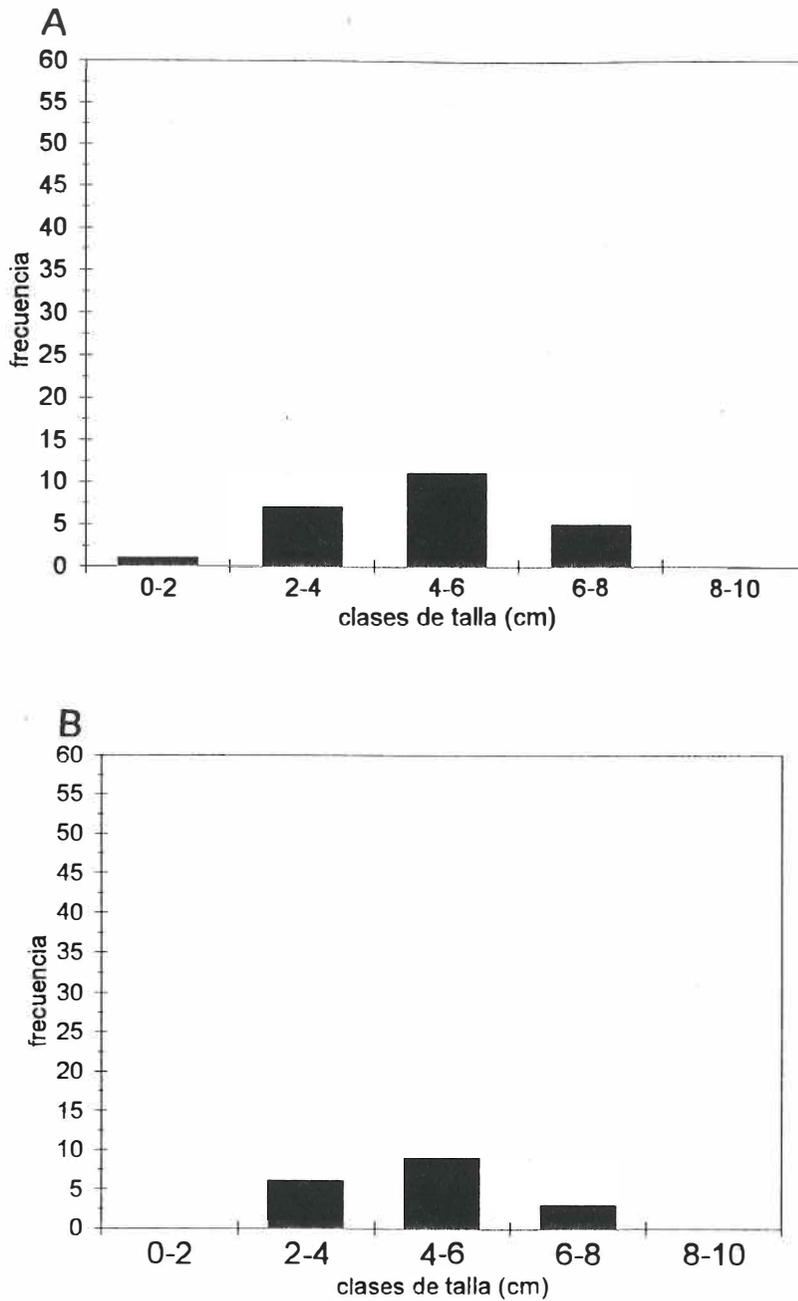


Figura 11. Frecuencia de talla de *S. purpuratus* en el área "Sin Vertimiento/Con Explotación" (A) y en el área "Fuerte vertimiento/Sin Explotación" (B).

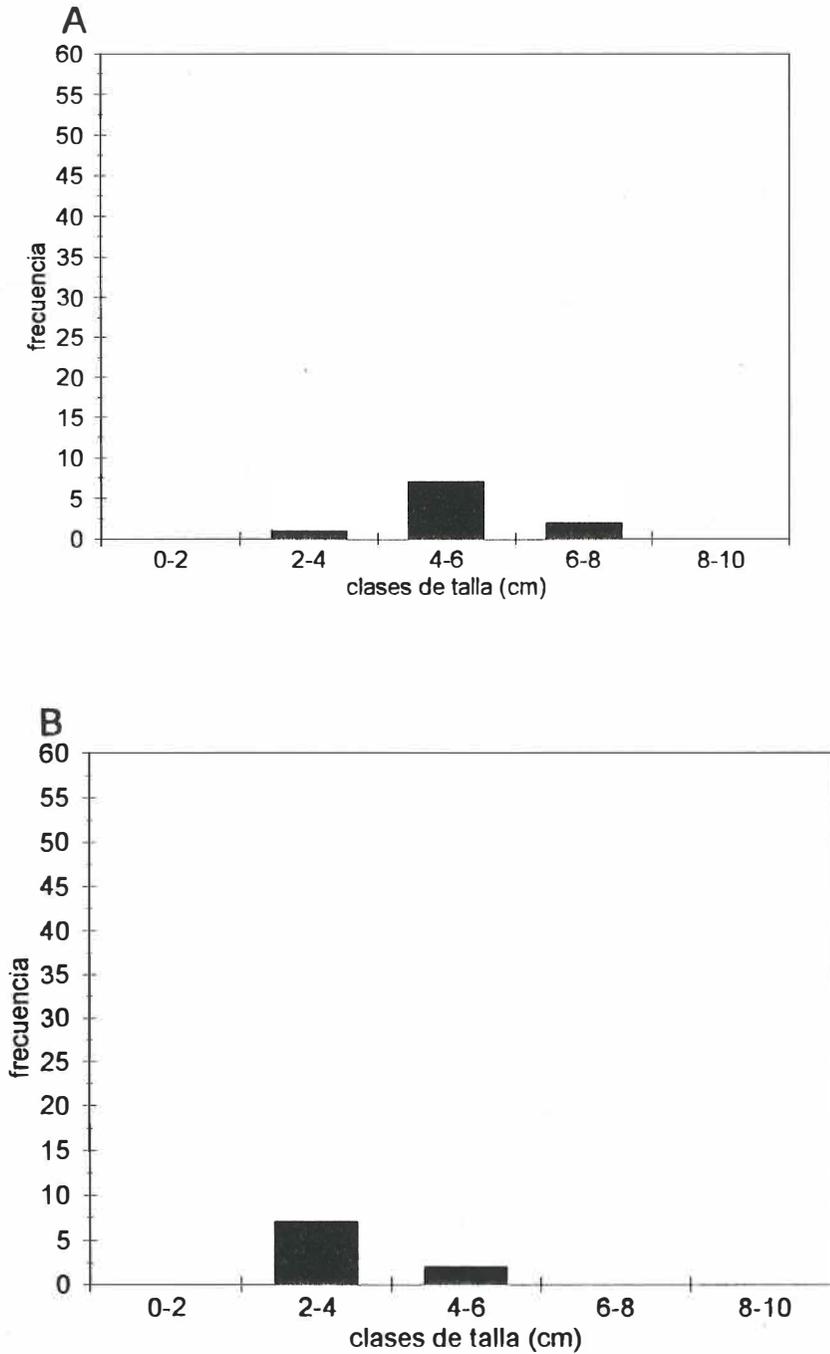


Figura 12. Frecuencia de talla de *S. purpuratus* en el área "Adyacente a Fuerte Vertimiento" (A) y en el área "Sin Vertimiento/Sin Explotación" (B).

VI.4.4 Análisis biométrico de las poblaciones de erizo por áreas, profundidad y concentración de carbonatos.

El análisis biométrico (talla, peso total, peso gonadal) de las poblaciones de ambas especies de erizo mostró diferencias en la presencia, y frecuencia de las diferentes marcas de clase de cada una de las variables.

Area "sin vertimiento/ sin explotación"

En esta área *S. franciscanus* estuvo presente en las 3 profundidades, mientras que *S. purpuratus* estuvo presente sólo a los 10 m.

S. franciscanus

Presentó tallas que oscilaron alrededor de 3.5-10 cm con mayor representación en la clase de 8-10 cm, siguiéndole la de 6-8 y por último la de 4-6 cm (Apéndice G1, izquierda).

El peso total estuvo representado por todas las clases, oscilando de 7.9-400 gr, siendo las más frecuentes de 200-240 y 280-320 gr (Apéndice G2 izquierda).

El peso gonadal tuvo una oscilación de 3.8 a 80 gr con una mayor representación en la clase de 10-20 siguiéndole sucesivamente las marcas 20-30, 60-70 y 70-80 gr (Apéndice G3 izquierda).

S. purpuratus

Presentó tallas que oscilaron entre 2.4 y 6 cm con mayor representación en la clase de 2-4 cm, siguiéndole la de 4-6 cm (Apéndice G1, derecha).

El peso total osciló de alrededor 6.3 a 60 gr, la clase más frecuentes fue de 6.3-40, siguiéndole la de 40-80 gr (Apéndice G2, derecha). El peso gonadal sólo presentó una clase de 2.3-10 gr (Apéndice G3, derecha).

Area "fuerte vertimiento/sin explotación"

Estuvo representada solamente por *S. purpuratus* (Apéndice H, superior derecha) con tallas entre 2.5 y 7 cm, siendo la clase más frecuente 4-6 cm.

El peso total osciló entre 6.1 y 93.8 gr (Apéndice H, centro derecha) con mayor representación en la clase de 1-40 gr seguida de 40-80 gr.y por último de 80-120 gr.

El peso gonadal osciló de 2.6-20 gr (Apéndice H, inferior derecha) con mayor representación en la clase de 1-10 gr seguida de 10-20 gr.

Area "adyacente a fuerte vertimiento/sin explotación"

Recordando que esta nueva área reunió la totalidad del transecto 2 y todo el transecto 1 (excepto a los 5 m), puede decirse que *S. franciscanus* estuvo presente en las cuatro profundidades, mientras que *S. purpuratus* sólo estuvo a los 5 y 10 m.

S. franciscanus

La única profundidad que tuvo tres marcas de clase de talla fue la de los 15 m, todas las demás tuvieron una. La talla máxima se registró a los 5 m con una clase de 8-10 cm y la mínima a los 15 m con una clase de 4-6 cm. La talla más representada fue a los 20 m (Apéndice I1, centro derecha).

En cuanto al peso total éste osciló entre un máximo de 320-360 gr a 5 m, y un mínimo de 80-120 gr a 15 m (Apéndice I2, centro derecha).

El peso gonadal presentó una clase máxima de 100-110 gr a 5 m y una mínima de 20-30 gr a los 15 m (Apéndice I3, centro derecha).

S. purpuratus

La talla varió entre un mínimo de 2 cm y un máximo de 8 cm. La mayor frecuencia fue para la talla 4-6 cm a los 5 m (Apéndice I1, derecha).

El peso total osciló entre 40 y 120 gr, con mayor frecuencia de clase de 40-80 gr a 5 m, seguida por la clase de 80- 120 a 10 m (Apéndice I2, derecha).

El peso gonadal osciló entre 10 y 20 gr, con un ligero predominio en la clase 1-10 a 5 m y en la clase 20-30 gr a 10m (Apéndice I3, derecha).

Area "sin vertimiento/ con explotación"

Esta área integró la totalidad de los transectos al norte y al sur de Punta San José. En esta área *S. franciscanus* estuvo presente en las 3 profundidades y *S. purpuratus* a los 10 y 15 m,

S. franciscanus

Presentó tallas que oscilaron entre 4 y 10 cm con mayor representación en la clase de 4-6 cm, siguiéndole la de 6-8 , 4-6 cm, 2-4 y por último de 8-10 cm (Apéndice J1, izquierda y centro derecha).

El peso total osciló entre 40 y 320 gr, la mayor frecuencia estuvo representada por las clases 200-220 y 220-240 gr a 20 m y la mínima con una

clase de 1-40 gr a esa misma profundidad (Apéndice J2, izquierda y centro derecha).

El peso gonadal tuvo una oscilación entre 5.3 a 60 gr con una mayor representación en la clase de 50-60 gr a 20 m, siguiéndole sucesivamente las marcas 20-30, 40-50 y presentándose la mínima de 1-10 gr a 15 m (Apéndice J3, izquierda y centro derecha).

S. purpuratus

Presentó tallas que oscilaron entre 1.5-8 cm con mayor representación en la clase de 4-6 a 10 m, siguiéndole la de 6-8 a esa misma profundidad y presentándose la mínima de 1-2 cm a 15 m (Apéndice J1, centro izquierda y derecha).

El peso total osciló de 6.4-160 gr, la clase más frecuente fue de 1-40, siguiéndole la de 40-60 y presentándose la mínima de 14-160 gr (Apéndice J2, centro izquierda y derecha).

El peso gonadal presentó una oscilación de 3-30 gr con mayor representación de 1-10 gr y la mínima de 20 a 30 gr a 10 m (Apéndice J3 centro izquierda y derecha).

En ambas especies las variables biométricas mostraron correlación significativa y altamente significativa entre sí, pero ninguna de las tres variables mostró correlación significativa con la concentración de carbonatos (tabla II).

TABLA II Resumen de significancia estadística de análisis de correlación de Spearman entre las variables biométricas medidas de las dos especies de erizo y contra los carbonatos.

VARIABLES	AREA	SV / SE	AREA FV	AREA	AFV / SE	AREA	SV / CE
	S.f	S.p.	S.p.	S.f	S.p.	S.f	S.p.
Talla vs Peso	*	**	**	**	**	*	*
Talla vs Peso gonada	*	**	**	**	**	*	*
Peso total vs Peso gonada	*	**	**	**	**	*	*
Talla vs CO ₃	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Peso total vs CO ₃	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
CO ₃ vs Peso gonada	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

* SIGNIFICATIVO

S.f= *S. franciscanus*

** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO

S.p= *S. purpuratus*

N.S (NO SIGNIFICATIVO)

VI.5 Análisis de la comunidad algal.

Esta parte del trabajo se realizó para ver si el vertimiento podría tener efecto en otro segmento de la biota que no fueran los erizos.

VI.5.1 Análisis de agrupamiento de los sitios de muestreo con base en la comunidad algal

El análisis de agrupamiento de los sitios de muestreo con base en la comunidad algal, arrojó resultados similares al análisis de agrupamiento con la totalidad de la biota, con pequeñas variables que consistieron en la separación de algunos cuadrantes dentro de un mismo punto (figuras 13A y 13B).

El primer nivel de similitud separó a la totalidad del área renombrada "Con fuerte vertimiento/sin explotación" (5 m., cuadrantes 1,2, y 3 del transecto 1) y a una porción del área "adyacente a fuerte vertimiento/ sin explotación" (5 m., cuadrantes 1 y 2 del transecto 2). Esta separación estuvo caracterizada por la presencia y abundancia de *Halidrys dioica*, coincidiendo con la separación que muestra la figura 4, transecto 1 a 5 m.

El segundo nivel de similitud fue separado por un gran bloque constituido por toda el área "adyacente a fuerte vertimiento/sin explotación " (excepto cuadrantes 1 y 2 a 5 m, transecto 2), la totalidad del área "sin vertimiento/ con explotación", la profundidad a 10 m (cuadrantes 1, 2 y 3) del área "sin explotación/ sin vertimiento". Esta separación estuvo caracterizada principalmente por un

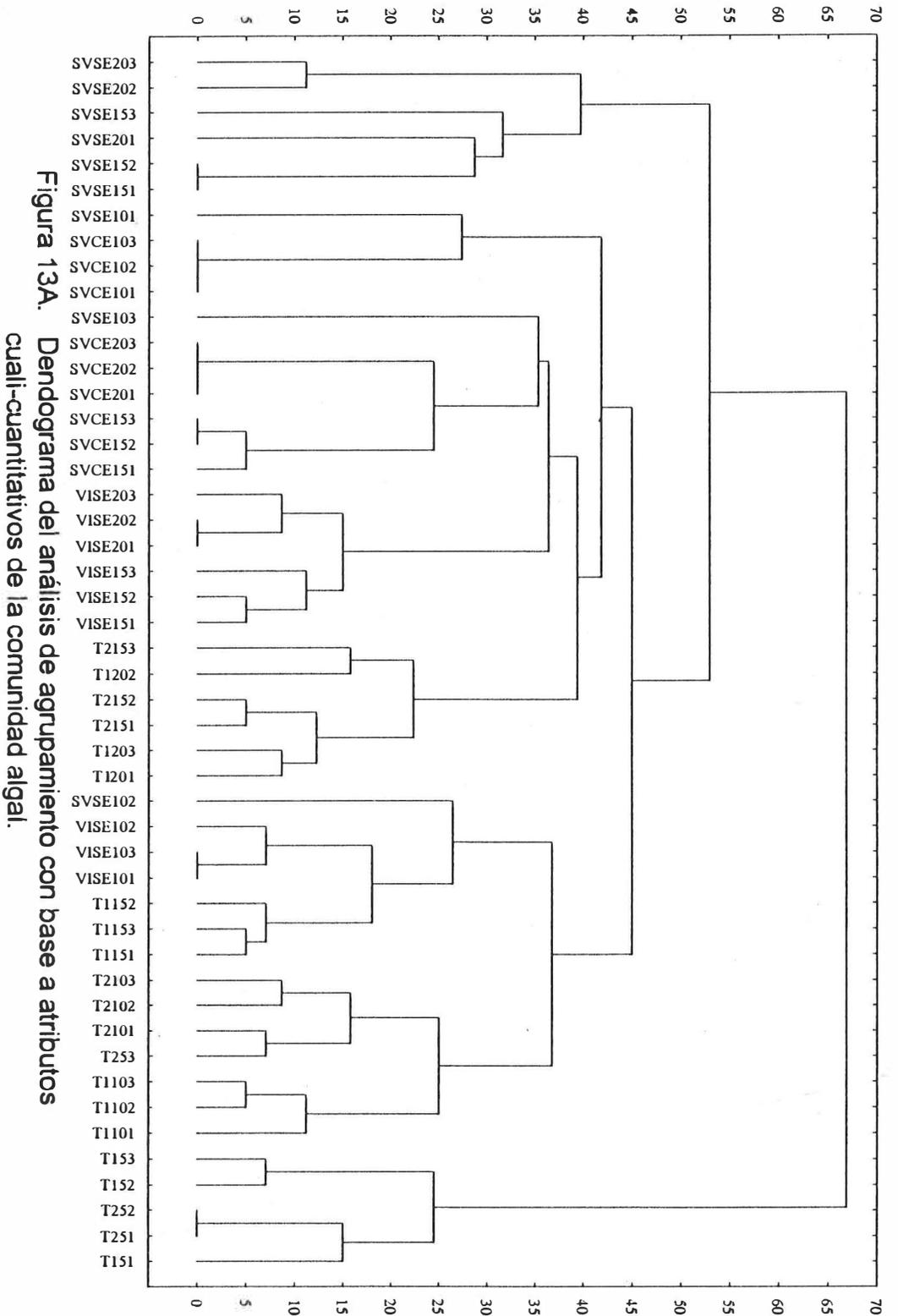


Figura 13A. Dendrograma del análisis de agrupamiento con base a atributos cuali-cuantitativos de la comunidad algal.

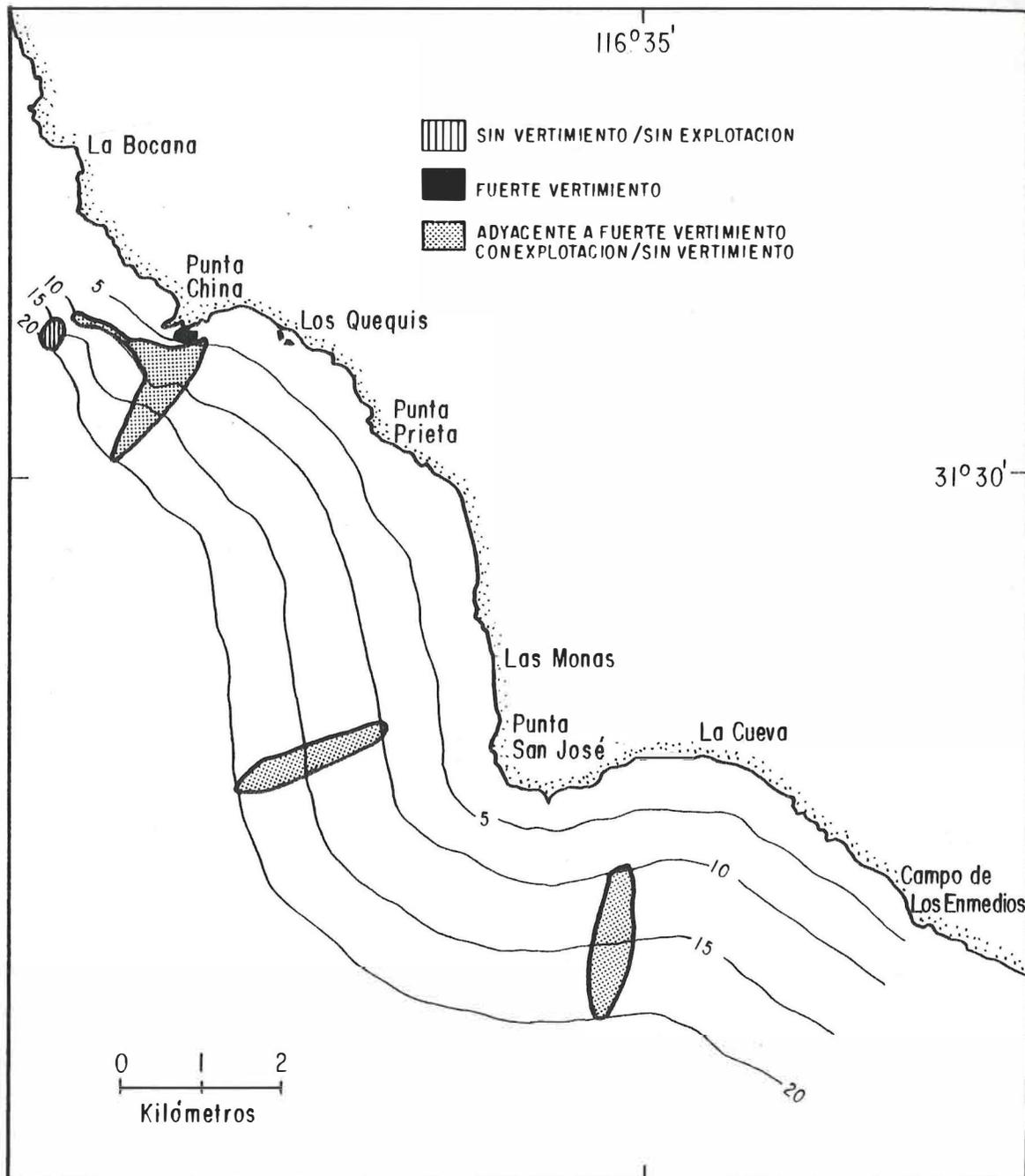


Figura 13B. Resultado del análisis de agrupamiento con base a atributos cuali-cuantitativos de la comunidad algal.

reparto más uniforme en abundancia y diversidad algal, coincidiendo con la separación que muestra la figura 4A, área "Adyacente a Fuerte Vertimiento/Sin Explotación", excepto cuadrantes 1 y 2 a 5 m en el transecto 2, la totalidad del área "sin vertimiento/con explotación" y los 10 m de área "sin vertimiento/sin explotación".

El tercer nivel de similitud fue separado por la totalidad de las profundidades a 15 y 20 m en el área "sin vertimiento/sin explotación". Esta separación estuvo caracterizada principalmente por la abundancia de *Macrocystis pyrifera.*, coincidiendo con la separación que muestra la figura 4B (15 y 20 m del área "sin vertimiento/ sin explotación").

VI.5.2 Relación de número de especies de flora contra carbonatos.

La diversidad de especies osciló entre un mínimo de 3 y un máximo de 8, todo el rango de diversidad estuvo representado en una concentración de carbonatos que no superó el 25%. En el único punto con alta concentración de carbonatos (85.5%) se registró únicamente la mínima diversidad algal con 3 especies (figura 14).

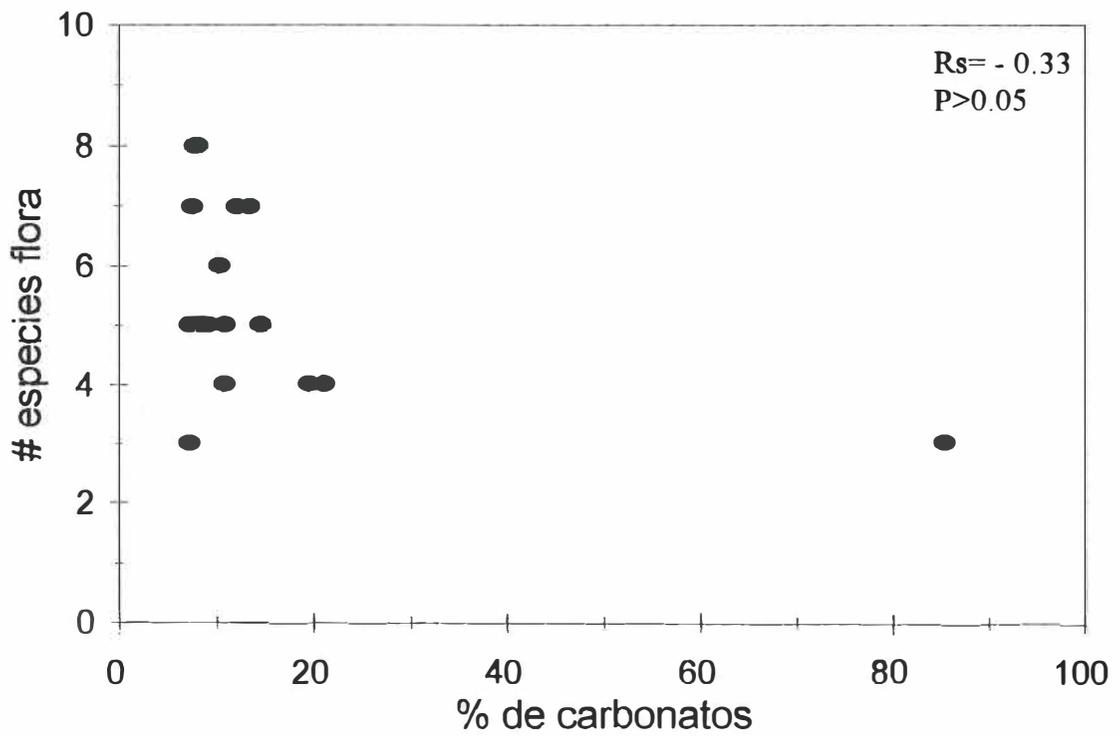


Figura 14. Relación del número de especies de flora contra la concentración de carbonatos.

VI.5.3 Relación entre la cobertura de *Halidrys dioica* y *Macrocystis pyrifera* contra carbonatos.

La cobertura máxima promedio de *H. dioica* fue de alrededor 33%, con una mínima de 20 y la ausencia de ésta en la mayor parte de las áreas. La relación de ambas variables evidencia una relación directa: a mayor concentración de carbonatos, mayor porcentaje de cobertura de *H. dioica*, la correlación entre ambas variables fue significativamente positiva ($P < .05$), (figura 15A).

La cobertura máxima promedio de *M. pyrifera* fue de alrededor 28%, con una mínima de 2 y la ausencia de ésta en sólo unas cuantas áreas. La relación de ambas variables muestra una relación indirecta: a menor concentración de carbonatos, mayor porcentaje de cobertura de *M. pyrifera*, la correlación entre ambas variables fue significativamente negativa ($P < .05$), cabe destacar que a la máxima concentración de carbonatos (alrededor de 85%) se detectó la ausencia de esta alga (figura 15 B).

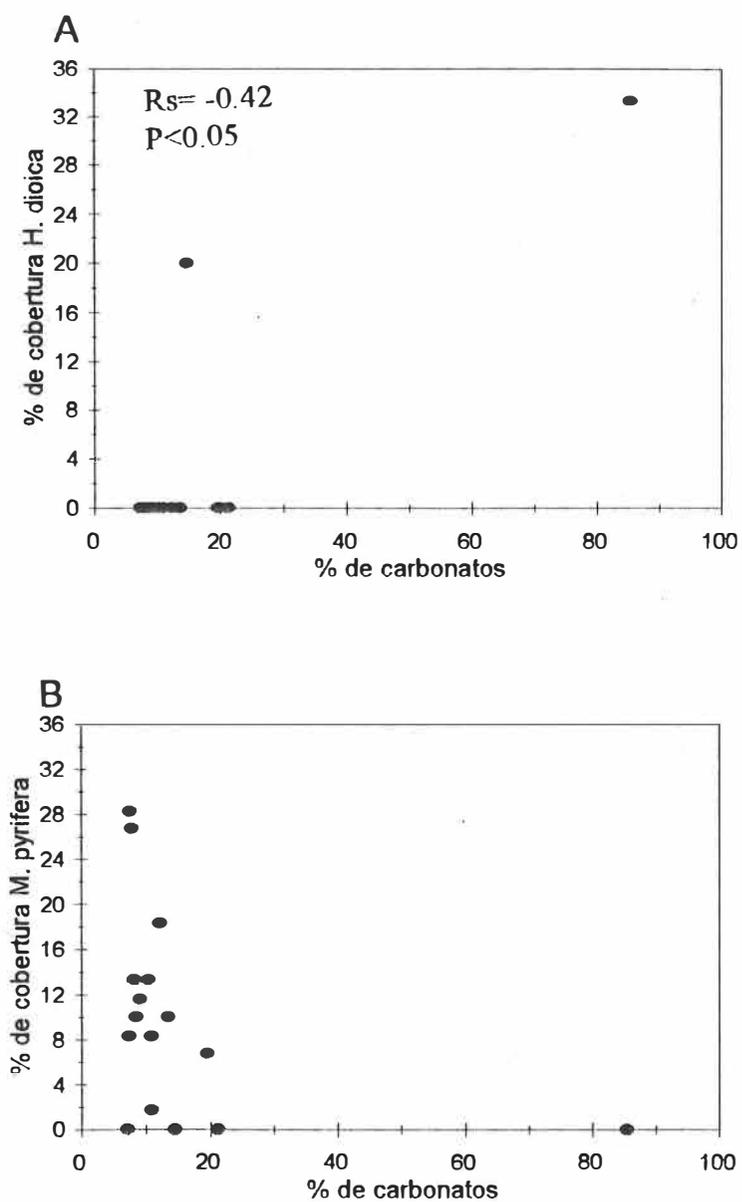


Figura 15. Relación entre la cobertura de *Halidrys dioica* (A) y *Macrocytis pyrifera* (B) contra la concentración de carbonatos. R_s (Coeficiente de correlación de Spearman).

VII DISCUSION

Los antecedentes mundiales sobre el efecto negativo del vertimiento de material sedimentable sobre poblaciones y comunidades, motivaron el interés de estudiar ese tipo de evento en Punta China, un sitio de la costa de Baja California donde se extrae piedra caliza para fines industriales y donde existe en consecuencia, vertimiento de ese material al océano en forma fragmentada y en forma de material fino (polvo).

Este interés se vió reforzado por dos condiciones: 1) Baja California es una entidad donde existen pocos ríos que desembocan al mar; en estos sistemas que naturalmente reciben poca carga sedimentaria, se considera que un incremento de la sedimentación y la turbidez son especialmente dañinos (Norse, 1993); 2) existen áreas adyacentes a Punta China donde se ejerce la pesquería de erizo, una actividad productiva que podría verse afectada por los vertimientos, originando quizás un conflicto entre ambas actividades.

Uno de los principales puntos de interés fue definir el alcance espacial del vertimiento y conocer si existía un acarreo de material a las zonas de explotación de erizo. Los resultados, mostrando que el alcance espacial del material calizo se encuentra confinado a los 5 m de profundidad, inmediatos a la ribera sur de Punta China, coinciden sólo parcialmente con lo esperado.

Es decir, coinciden con lo esperado en la no presencia de material calizo al norte de Punta China, ya que por la configuración de la costa y el patrón de la

circulación se esperaba que el material se transportara únicamente hacia el sur. En cambio, los resultados no coinciden con lo esperado en cuanto al alcance espacial, ya que se supuso que este sería mayor (al menos hasta Punta San José).

Este primer resultado es interesante para el manejo de la zona costera, ya que aparentemente, en las condiciones actuales de operación, el marcado confinamiento del material calizo no genera un conflicto significativo con la pesquería del erizo.

A pesar de que el efecto de las descargas de material se encuentra espacialmente confinado, las manifestaciones son muy evidentes: 1) la marcada reducción en el número de especies de algas y la dominancia de *Halidrys dioica*, así como la ausencia de *Macrocystis pyrifera* ; 2) la disminución en el número de especies de fauna.

Esta condición puede explicarse por la vulnerabilidad de *M. pyrifera* frente a la sedimentación de material fino. La excesiva sedimentación puede alterar la distribución de dicha especie (North *et al.*, 1968); ocasionar una marcada reducción de la cantidad de biomasa instantánea (North *et al.*, 1972), destruir gametofitos y esporofitos (North *et al.*, 1973) y enterrar organismos adultos impidiendo su reproducción (North *et al.*, 1974). La turbidez afecta el proceso de fotosíntesis (North, 1979) y reduce la irradiancia en el fondo afectando el reclutamiento de esporofitos (Dean y Deysner, 1983).

Sería posible entonces suponer que *M. pyrifera* fue eliminada del sitio con vertimiento crónico. La presencia y dominancia de *H. dioica*, parecería un resultado secundario derivado de la ausencia de *Macrocystis*: considerando que dicha especie no está en ningún otro sitio, se puede suponer que en condiciones normales (con baja sedimentación) es sobrecompetida por otras especies, encontrando su lugar en áreas perturbadas por sedimentación.

No puede descartarse una segunda explicación, con base a la relación entre la baja riqueza de la composición algal y la presencia de erizos, herbívoros muy voraces que pueden controlar la fisonomía algal (Lewis, 1958; Kitching y Ebling, 1961; North, 1963; Vadas, 1968; Paine y Vadas, 1968; Dayton, 1975; citados por Vadas 1977; Tegner y Dayton, 1977). Este argumento quedaría apoyado por el alto número de individuos de *S. purpuratus* encontrados exactamente en el punto de confinamiento.

Sin embargo existiendo tan buena documentación sobre la sensibilidad de *M. pyrifera* al material fino sedimentable, se piensa que la primera hipótesis es la más viable; la abundancia de *S. purpuratus* simplemente refleja la relación abundancia-batimetría ya que esta especie es más abundante a profundidades menores de 10 m (Smith, 1976) y quizás también se deba a una buena resistencia a ese tipo de disturbio, al igual que *H. dioica*.

Esta idea se ve reforzada con los datos de cobertura de *M. pyrifera* en un gradiente de vertimiento: 0 % en la zona de fuerte vertimiento; hasta 8.3 % en la zona adyacente a fuerte vertimiento; hasta 18.3% en la zona "sin vertimiento/con explotación"; entre 13.3 y 28.3 % de cobertura en la zona "control" (sin vertimiento/sin explotación). Esto estaría de acuerdo con los antecedentes de que las descargas al océano por materiales continentales típicamente emanados de una fuente, presentan gradientes y éstos tienden a decrecer conforme aumenta la distancia de la fuente (Thum, 1986).

Sin embargo no puede descartarse el efecto combinado del tipo de sustrato, sabiendo que las áreas con mayor sustrato rocoso son más favorables para *M. pyrifera* (Vadas, 1977; Mattison *et al.*, 1977). Esto quedaría ilustrado por la mayor cobertura de *M. pyrifera* en el área "control" respecto al área "sin vertimiento/con explotación"; en ninguna de las dos existe vertimiento, pero se observó en campo que el área "control" tiene más sustrato rocoso.

En lo que respecta a los erizos, las diferencias se notan más entre las áreas Con Explotación y Sin Explotación y no tanto entre áreas Con y Sin Vertimiento. Estas diferencias se notan en los siguientes atributos: 1) número de erizos. En general, el número de erizos fue mayor en el área "control" y menor en áreas con Explotación; este patrón fue obviamente más marcado en *S. franciscanus*, por ser la especie que se explota. 2) La estructura poblacional por

tallas, que fue más amplia en el área control, con un mayor rango de clases. Esto sugiere el efecto de la pesquería, que está actuando sobre tallas mayores, ya que la reglamentaciones de pesca prohíben la extracción de individuos con diámetro de caparazón inferior a los 8 cm. En este sentido es importante destacar que la distribución de tallas encontradas en el área con explotación fue similar en el área “adyacente a fuerte vertimiento”, donde teóricamente no existe explotación. Esto sugeriría que existe pesca en la zona, a pesar de no ser oficialmente reconocida. El que exista pesca en áreas no reconocidas no es sorprendente; debemos recordar que uno de los primeros resultados de este trabajo fue detectar pesca al norte de Punta San José en un área donde teóricamente no existía. Por lo tanto no es extraño encontrar indicios de pesca furtiva en los lugares indicados.

El efecto del vertimiento sobre los erizos es incierto. La ausencia de *S. franciscanus* en el área “fuerte vertimiento” podría ser superficialmente atribuida al mismo, pero esto sería apresurado, porque *S. franciscanus* es naturalmente menos abundante en aguas de profundidad menor a los 10 m (Mottet, 1976). El mismo razonamiento, pero inverso sería aplicable a *S. purpuratus* que fue muy abundante en el área “fuerte vertimiento”. Pero como esta especie es naturalmente más abundante a menor profundidad, su posible resistencia al vertimiento estaría oscurecida por este hecho.

Sin embargo el análisis de la figura 5A sugiere algún tipo de efecto del vertimiento sobre el patrón de distribución batimétrico de *S. franciscanus*, aunque este patrón es difícil de analizar porque también estaría presente el efecto de la explotación.

En general, la tendencia de mayor abundancia de *S. franciscanus* hacia mayor profundidad se marca muy nítida en el área "control" donde no existe ninguno de los dos disturbios. El mismo patrón, pero deprimido en cuanto a la abundancia, se nota en el área "sin vertimiento/con explotación", lo cual podría atribuirse al efecto general de depresión del número de *S. franciscanus* por la pesca, que ya fue discutido.

En cambio, en el área "adyacente a fuerte vertimiento", el patrón es apenas notorio por estar fuertemente deprimido. Aunque ya se mencionó que esta área podría tener explotación furtiva, sería ilógico pensar que su efecto fuera tan marcado. En cambio, el diseño encontrado es más relacionable con el contenido de carbonatos y la cobertura de *M. pyrifera*.

En este punto de la discusión se plantearía si el efecto sería directo sobre los erizos o indirecto a través de la cobertura algal. Ambos serían posibles.

Mattison *et al.* (1977) y Bernstein *et al.* (1983) mencionan que los erizos presentan estrategias directas (movimiento y de agrupamiento) como conductas antidepredadoras, y de huida ante una adversidad potencial. Los autores no mencionan específicamente cuales serían esas adversidades potenciales y no

existen antecedentes de que el vertimiento de material fino puede desencadenar respuestas conductuales de huida. Frente a los resultados de este trabajo este sería un tema abierto a futuras investigaciones.

El efecto indirecto sería a través de una menor cobertura de *M. pyrifera*. Es decir, conociendo la sensibilidad de *M. pyrifera* al vertimiento de material fino y las preferencias alimentarias de los erizos sobre *Macrocystis* (Tegner y Dayton, 1977; Kato y Schroeter, 1985) podría suponerse que la disminución de la cobertura algal de ciertas especies, ocasionada por el vertimiento, podría desencadenar el abandono de un sitio subóptimo.

Sin embargo no existen antecedentes específicos sobre esto. Mattison *et al.* (1977) trabajando con *S. franciscanus* mostraron que los erizos en un área desnuda se mueven más rápido que aquellos que se encuentran dentro de mantos algales, interpretando ésto como una conducta de forrajeo en áreas con bajas concentraciones de alimento, pero de ninguna manera relacionan ésto con un movimiento activo de búsqueda. Vadas (1977) estudió extensamente la relación entre el crecimiento e índice gonadal de *S. franciscanus* y *S. drobachiensis* con el alimento preferido, demostrando que en condiciones naturales las poblaciones de ambas especies se encontraban en condiciones subóptimas por la baja abundancia del alimento preferido. Esto fue corroborado en laboratorio donde las poblaciones de ambas especies sometidas a dieta del alimento preferido tuvieron mayor crecimiento corporal y mejor índice gonadal.

Los resultados de Vadas op. cit. muestran lo contrario a la hipótesis de abandono del sitio, al indicar que las poblaciones permanecen en el sitio y se adecuan a la oferta de alimento existente.

En nuestro caso no se pudo demostrar que existiera una condición corporal relacionable entre peso total y peso gonadal de *S. franciscanus* contra las diferentes condiciones de *M. pyrifera*, pero sí lo fue sobre el número de individuos. Sin embargo, el efecto del número de erizos no puede ser atribuido exactamente a la estrategia de huida por el efecto de la sedimentación o a la captura por la pesquería furtiva.

Los datos de este trabajo no son concluyentes sobre este punto y más bien sugieren un tema de investigación que incluya ensayos de laboratorio para observar la respuesta conductual de los erizos frente a descargas de material fino. Este sería un tema de mucha utilidad ya que las descargas de aguas residuales domésticas por el alto contenido de sólidos en todas sus formas son comparables con la descarga de material fino y los estudios de este tipo podrían complementar los monitoreos ambientales.

De los dos agentes analizados en este trabajo, el vertimiento ilustra muy bien ciertos principios de teoría del disturbio, tales como, el efecto crónico en la vecindad inmediata de un emisor puntual y un gradiente de efectos a distancia creciente del mismo. En cuanto a la vulnerabilidad del receptor, en este caso las

comunidades bentónicas, todo parece indicar que *M. pyrifera* es la componente más sensible dentro de estas.

El factor pesquero es menos tratable dentro del esquema de la teoría del disturbio, encuadrándose en cambio muy bien en principios pesqueros que establecen el efecto de la selección de tallas (Cushing, 1981).

Los resultados de este trabajo interesan globalmente al manejo de la zona costera por los posibles conflictos entre dos actividades productivas (extracción de piedra caliza y pesquería de erizo) donde podría sospecharse que la primera puede influir sobre la segunda. En este sentido los resultados son alentadores porque en las condiciones actuales de operación, el marcado confinamiento del material calizo no genera un conflicto significativo entre ambas actividades.

VIII CONCLUSIONES

1. Los efectos del vertimiento de material calizo están concentrados en el espacio del área adyacente a Punta China y restringidos a la profundidad de 5 m.

2. Las manifestaciones biológicas del efecto del vertimiento son: número de erizos y composición de algas.

3. *Macrocystis pyrifera* parece ser la especie más sensible al vertimiento de material calizo y *Halidrys dioica* parece ser resistente al mismo.

4. El efecto de las pesquerías sobre *Strongylocentrotus franciscanus* se manifiesta en la depresión de la frecuencia de las tallas mayores y en el número total de erizos. Las poblaciones de *Strongylocentrotus purpuratus* no mostraron tendencias relacionables con la pesquería, la cual es aún incipiente.

5. El efecto del vertimiento sobre los erizos queda oscurecido por el patrón natural de distribución batimétrica de ambas especies y por el efecto de la explotación; los resultados de *S. franciscanus* sugieren relación con el contenido de carbonatos y la cobertura de *M. pyrifera*. Futuros estudios permitirán saber si la respuesta de *S. franciscanus* al material calizo es directa (conductual, huída) o indirecta, por disminución de las algas más comestibles.

6. Los efectos del vertimiento son fuertes, pero al estar tan restringidos espacialmente parecen no afectar en modo sensible los recursos bióticos a nivel regional.

7. El patrón general de circulación norte-sur durante todo el año, explica que al norte de Punta China no existen restos de material calizo, a pesar de la proximidad con el área de vertimiento.

8. Futuros estudios de la circulación costera a micro escala permitirían explicar por qué el alcance espacial de los vertimientos es tan restringido, a pesar de que la circulación general favorecería una dispersión mayor hacia el sur.

9. Para el manejo de la zona costera, el efecto localizado del vertimiento sugiere que este evento (al menos con la intensidad actual) no genera un conflicto con las actividades de explotación de un recurso con valor comercial como es el erizo.

BIBLIOGRAFIA

- Abbott, I.A. y G.A. Hollenberg. 1982. Marine Algae of California. Stanford University Press, Stanford California, 827pp.
- Alvarez-Sánchez, L.G. 1991. Caracterización Oceanográfica para la Central Termoeléctrica de la C. F. E. En: Calderón A. L. E. (Coord.). Proyectos "Estudio de Protección al Ambiente y a la Central Termoeléctrica Ensenada". Especificación CFE-DPA-EN-01. Informe final, 208 pp.
- Barbier, E.B. 1989. Economic Evaluation of Tropical Wetland Resources Applications in Central America. A report prepared for Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) and the Regional Wetland Program of the International Union for Conservation of Natural Resources and Nature (UICN). 33pp.
- Bernstein, B.B., S.C. Schroeter, y K.H. Mann. 1983. Sea Urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) Aggregating Behavior Investigated by a Subtidal Multifactorial Experiment. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 1975-1986.
- Bradbury, A. 1991. Management and Stock Assessment of the Red Sea Urchin (*Strongylocentrotus franciscanus*) in Washington State: Periodic rotation of the fishing grounds. J. Shellfish-Res. vol.10. no.1. 233-235.
- Brower, J. E. y J.H. Zar. 1984. Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company Publishers. Dubuque. 226 pp.
- Cushing, D.H. 1981. Fisheries Biology: A Study in population Dynamics. The University of Wisconsin Press.

- Dean, T.A. y L.E. Deysher. 1983. The Effects of Suspended solids and thermal Discharges on Kelp. Papers From a Symposium Presented by the Southern California Coastal Water Resarch Proyect 90806 and the Institute of Marine Resources of the University of California at The Scripps Institution of Oceanography January 24-25, 1983. Edited by Willard Bascon. 115-135.
- Deweese, C.M. 1991. Management of California Sea Urchin Fishery. J. Shellfish-Res. Vol. 10, No. 1. 234-235.
- Foster, M.S. 1986. Causes of Spatial and Temporal Patterns in Rocky Intertidal Communities of Central and Northern California. Departament of the Interior Mineral Management Service Pacific OCS region, U.S.A. Vol. 2: 5-20.
- García E. 1973. Clasificación Climática Según el Sistema de Koppen Modificado por García. Secretaría de Programación y Presupuesto. Carta Climática. Baja California.
- Gonor, J.J. 1972. Gond Growth in the Sea Urchin, *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson) (Echinodermata: Echinoidea) and Assumptions of Gonad Index Methods. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 10: 89-103.
- Gotshall, W.D. 1987. Marine Animals of Baja California . CO. LTD Tokyo Japan. 112 pp.
- Gregory, R.S. 1988. Effects of Turbidity on Benthic Foraging and Predation Risk in Juvenile Chinook Salmon. On Effects of Dredging on Anadramus Pacific Coast Fishes. Simenstad, Ch. Editor. Whashington Sea Grant program. University of Washington Seattle: 65-71.
- Huang, W.T. 1984. Petrología. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. México. 309-323 pp.

- Kato, S. 1972. Sea urchin: A New Fishery Develops in California. *Mar Fish. Rev.* 34(9/10): 23-30.
- Kato, S. y C.Schroeter. 1985. Biology of the Red Sea Urchin, *Strongylocentrotus franciscanus*, and its Fishery in California. *Mar. Fish. Rev.* 47(3): 1-20.
- Leighton, D.L., L.G. Jones y W.J. North. 1966. Ecological Relationships Between Giant Kelp and Sea Urchins in Southern California. Proceeding of the fifth int. Seaweed Symp., Halifax, August 25- 28. 1965. Pergamon Press, N. Y. 141- 153.
- Loring, D.H. and R.T. Rantala.1977. Geochemical Analysis of Marine Sediments and Suspended Particulate Matter. Fisheries and Marine Service. Technical Report. 70: 58pp.
- MacGinitie, G.E. y N. MacGinitie. 1968. Natural History of Marine Animal. MacGraw-Hill Inc. N. Y. 2da. Edition 523 pp.
- Mc Connaughey, B. y E. Mc Connaughey. 1986. Pacific Coast Chanticleer Press, Inc., N.Y. 142pp.
- Mattison, J.E., J.D. Trent, A.L. Shanks, B.T. Akin y S.J. Pearce. 1977. Movement and Feeding Activity of Red Sea Urchins (*Strongylocentrotus franciscanus*) Adjacent to a Kelp Forest. *Marine Biology*, Vol. 39. 25-30.
- Mottet, M.G. 1976. The Fishery Biology of Sea Urchins in the Family Strongylocentrotidae. Wash. Dep. Fish. Tech. Rep. 20: 1-66.
- Nishihira, M. 1987. Natural and Human Interference with the Coral Reef and Coastal Environments in Okinawa. *Galaxea*, 6:311-321.
- Norse, A.E. 1993. Global Marine Biological Diversity. Island Press. Washington, D.C. 383.pp.

- North, W.J., J. Bennett., M. Boule y N. Briceño. 1968. Habitat Improvement project Annual Report 1 July, 1967- 30, June 1968. Cal. Inst. Techn. 168 pp
- North, W.J. 1972. Effects of Wastewaters on Marine Biota. Reprinted from Proceedings of the 13th Coastal Engineering Conference, by the American Society of Civil Engineers. Chapter 120. Vancouver, B.C., Canada. 2099-2116.
- North, W.J., R. McPeak. e I. Abbott. 1973. Kelp Habitat Improvement Project Annual Report 1 July, 1972- 30, June 1973. Cal. Inst. Techn. 168 pp
- North, W.J., R. McPeak, H. Fastenau y D. Bishop. 1974. Kelp Habitat Improvement Project Annual Report 1 July, 1973- 30, June 1974. Cal. Inst. Techn. 137 pp
- North, W.J. 1979. Adverse Factors Affecting Giant Kelp and Associated Seaweeds. *Separatum Experientia*: 35. 445-447.
- Orozco, D. F. 1944. Análisis Químico Cuantitativo. Porrúa México. 448 pp.
- Palleiro, J., D. Aguilar y M. Romero. 1992. La Pesquería de Erizo en Baja California. Memorias del Taller México-Australia de Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California. Editado por el Instituto Nacional de Pesca. Secretaría de Pesca y El Instituto Politécnico Nacional.
- Palleiro, J., D. Aguilar y M. Romero. 1993. Temporada de Pesca 1992-1993 Erizo Rojo *Strongylocentrotus franciscanus* en Baja California. Boletín Informativo. Proyecto Equinodermos CRIP Ensenada. Edición interna.
- Reyes, S., R.F. Miranda y L.J. García . 1991. Componentes del Medio Atmosférico en Punta Cabra B.C. "Estudio de Protección al Medio Ambiente y a la Central Termoeléctrica de Ensenada". Especificación CFE-DPA-EN- 01. CICESE Publicación EBA No.11. 152-181.

- Ricketts, E.F. y J. Calvin. 1968. *Between Pacific Tides*. Fourth Edition, Stanford University Press. 614 pp.
- Rogers, S.C. 1990. Responses of Coral Reefs and Reef Organisms to Sedimentation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 62: 185-202.
- Robinson, W.E., W.E. Wehling y P. Morse. 1984. The Effect of Suspended Clay on Feeding and Digestive Efficiency of the Surf Clam, *Spisula solidissima* (Dillwyn). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* Vol. 74: 1-12.
- Selin, N.I. 1993. Distribution, Settlement Structure, and Growth of the Sea Urchin *Strongylocentrotus intermedius* in Peter the Great Bay, Sea of Japan. *Biologiya Morya*, No.2, Russian Academy of Sciences, Vladivostok. 101-107.
- Smith, L.S. 1976. *Living Shores of the Pacific Northwest*. Pacific Search press. 158 pp.
- Tegner, J.M. y K.P. Dayton. 1977. Sea Urchin Recruitment Patterns and Implications of Comercial Fishing. *Science* 196; 324-326.
- Thum, A. 1986. Causes of Spatial and Temporal Patterns in Rocky Intertidal Communities of Central and Northern California. Department of the Interior Mineral Management Service Pacific OCS Region, U.S.A. Vol. 2 . 45-50.
- Vadas, L.R. 1977. Preferential Feeding: An Optimization Strategy in Sea Urchins. *Ecological Monographs*. Vol 47: 337-371.

APENDICE B. Datos de la biota y carbonatos de la localidad Punta China.
 Area " Con Vertimiento/ Sin Explotacion" (transecto 2).

Prof.	# cuad.	Especie 1			Especie 2			Biota de acompanamier	Flora (% de cob.)	CO3		
		S. franciscanus			S. purpuratus							
(m)		L.T.(cm)	P.T.(g)	P.G.(g)	L.T.(cm)	P.T.(g)	P.G.(g)		(%)			
5	1				4.2	22.7	3.5	Esponja 1	Halidrys dioica 30 % Desmarestia ligulata 30 % Total 60 %	14.2		
					4.7	54.1	8.9					
					5.3	49.1	11.5					
10	2				5.2	54	10.4	Pisaster giganteus 1	Halidrys dioica 30 % Desmarestia ligulata 30 % Total 60 %	13.8		
					2.5	8.2	3					
	3	9.9	351.2	109.1							Gellidium robustum 30 % Desmarestia ligulata 15 % Rhodymenia pacifica 10 % Gigantina exasperata 5 % Total 60 %	15.6
1							Pisaster giganteus 2	Gellidium robustum 30 % Desmarestia ligulata 10 % Rhodymenia pacifica 5 % Gigantina exasperata 5 % Total 50 %	10.8			
2										Patiria miniata 3 Quelletia quelletii 3		
3				7.5	101.3	19.7					Pisaster giganteus 1	Gellidium robustum 20 % Desmarestia ligulata 10 % Rhodymenia pacifica 15 % Gigantina exasperata 10 % Macrocystis pyrifera 5 % Total 60 %
				8.7	82.4	18.6						
				4.1	36.5	8.1						
				5.4	57.1	12.4						
15	1							Tegula regina 1	Botryocladia neushullii 20 % Rhodymenia pacifica 20 % Macrocystis pyrifera 5 % Desmarestia ligulata 5 % Total 50 %	10.1		
	2	5.9	127	22.6				Pisaster brevispinus 1	Botryocladia neushullii 20 % Rhodymenia pacifica 20 % Macrocystis pyrifera 10 % Desmarestia ligulata 5 % Total 55 %	10.9		
	3										Astraea undosa 1	Botryocladia neushullii 20 % Rhodymenia pacifica 10 % Macrocystis pyrifera 10 % Desmarestia ligulata 10 % Total 50 %

APENDICE C. Datos de la biota y carbonatos de la localidad Las Monas
 Area "Con Vertimiento Incierto/Sin Explotacion"

Prof. (m)	# cuad.	Especie 1			Especie 2			Biota de acompañamiento		CO3 (%)	
		<i>S. franciscanus</i>			<i>S. purpuratus</i>			Fauna (# Ind.)	Flora (% de cob.)		
		L.T.(cm)	P.T.(g)	P.G.(g)	L.T.(cm)	P.T.(g)	P.G.(g)				
10	1	8.1	281.3	48.2	7.1	155.3	29.8	Patiria miniata 3	Macrocyrtis pyrifer 10 % Rhodymenia pacifica 10 % Gelidium robustum 10 % Algas incrustantes 10 % Prionitis sp. 10 % Total 50 %	7.3	
		7.6	227.2	57.9	4.5	72	9.8				
	2					6.2	83.3	19.6	Pisaster giganteus 1	Macrocyrtis pyrifer 15 % Rhodymenia pacifica 15 % Gelidium robustum 10 % Algas incrustantes 10 % Prionitis sp. 10 % Total 60 %	9.8
						5.5	70.2	12.8			
						4.1	30.8	5.1			
						4.6	22.6	8.1			
					4.2	36.1	7.8				
					4.5	55	8.4				
3					3.2	16.7	4.2	Pisaster giganteus 1	Macrocyrtis pyrifer 10 % Rhodymenia pacifica 10 % Gelidium robustum 10 % Algas incrustantes 10 % Prionitis sp. 10 % Total 50 %	10.2	
					7.2	95	20.5				
					6.3	75	16.9				
					4.1	32.5	6.4				
15	1	7.4	271.9	48.1				Megathura crenulata 1 Cypraea spadica 3	Laurencia spectabilis 10 % Botryocladia neushuili 10 % Chondria nidifica 10 % Polyneura sp. 10 % Callophyllis violacea 10 % Macrocyrtis pyrifer 10 % Total 60 %	10.1	
		5.8	149.8	20.5							
	2		7.2	239.1	38.1				Pisaster brevispinus 1	Laurencia spectabilis 10 % Botryocladia neushuili 10 % Chondria nidifica 10 % Polyneura sp. 10 % Callophyllis violacea 10 % Macrocyrtis pyrifer 15 % Total 65 %	9.6
			6.1	175.8	27.5						
			6.4	200.6	40.6						
	3		5.2	150.9	12				Ouelletia ouelletii 4	Laurencia spectabilis 10 % Chondria nidifica 10 % Polyneura sp. 10 % Callophyllis violacea 10 % Macrocyrtis pyrifer 15 % Total 55%	11.2
5.8			192.2	26.6							
20	1	5.4	174.2	18.3				Astraea gibberosa 2 Ouelletia ouelletii 3	Botryocladia neushuili 10% Rhodymenia pacifica 5% Macrocyrtis pyrifer 20% Polyneura sp. 10% Callophyllis violacea 5% Chondria nidifica 5% Laurencia spectabilis 5% Total 60%	13.1	
		7.2	238.4	45.6							
		6.6	212.5	41.3							
		7.1	262.7	47.5							
	2		6.4	197.5	38.7				Ouelletia ouelletii 3 Megathura crenulata 1	Botryocladia neushuili 5% Rhodymenia pacifica 5% Macrocyrtis pyrifer 20% Polyneura sp. 10% Callophyllis violacea 5% Chondria nidifica 5% Laurencia spectabilis 5% Total 55%	13.6
			5.4	151.2	12.2						
3							Parastichopus parvimens Ouelletia ouelletii 2	Botryocladia neushuili 5% Rhodymenia pacifica 5% Macrocyrtis pyrifer 15% Polyneura sp. 5% Callophyllis violacea 5% Chondria nidifica 5% Laurencia spectabilis 5% Total 45%	9.6		

APENDICE D. Datos de la biota y carbonatos localidad La Cueva
Area "Sin Vertimiento/Con Explotacion"

Prof. (m)	# cuad.	Especie 1			Especie 2			Biota de acompanamier Fauna (# ind.)	FLORA (% de cob.)	CO3 (%)	
		S. franciscanus			S. purpuratus						
		L.T.(cm)	P.T.(g)	P.G.(g)	L.T.(cm)	P.T.(g)	P.G.(g)				
10	1	6.8	127.3	21.8	4.5	34.5	7.3	Patria miniata 1	Prionitis sp. 20% Rhodymenia pacifica 20% Algas incrustantes 15% Total 55%	7.4	
					4.6	34.9	7.2				
					4.6	32.4	7.3				
	2					6.4	66.5	16.4	Patria miniata 1	Prionitis sp. 20% Rhodymenia pacifica 20% Algas incrustantes 15% Total 55%	6.9
						5.6	72.1	14			
						3.2	15.9	13.9			
						3.2	15.1	3.8			
	15	3							Megathura crenulata 1 Patria miniata 2	Prionitis sp. 20% Rhodymenia pacifica 20% Algas incrustantes 15% Total 55%	7.2
20	1	6.6	188.9	30.6	3.8	43.3	6.3	Cypracea spadica 2 Quelletia quelletii 2	Rhodymenia sp. 15% Botryoglossum farlowianum 15% Desmarestia ligulata 10% Macrocystis pyrifera 10% Algas incrustantes 15% Total 65%	7.4	
		7.6	226.2	56.5	2.2	9.9	2.5				
					1.5	6.4	1.8				
	2		8.1	279.4	47.8	3.4	34.1	5.6	Astraea undosa 1	Rhodymenia sp. 15% Botryoglossum farlowianum 15% Desmarestia ligulata 10% Macrocystis pyrifera 10% Algas incrustantes 10% Total 60%	10.3
			7.2	186.5	37						
	3		7.1	157.6	31				Megathura crenulata 1 Tegula regina 1	Rhodymenia sp. 15% Botryoglossum farlowianum 15% Desmarestia ligulata 10% Macrocystis pyrifera 10% Algas incrustantes 10% Total 60%	7.4
			7.2	249.2	46.8						
			4.9	79.2	10						
	1		7.4	222.8	54.7				Astraea gibberosa 2 Patria miniata 3	Rhodymenia sp. 10% Botryoglossum farlowianum 10% Desmarestia ligulata 5% Macrocystis pyrifera 10% Botryocladia pseudodichotoma 10% Calliarthron chellosporioides 10% Rhodymenia pacifica 10% Total 65%	13.5
			7.2	192.1	40.2						
5.4			104.2	14.2							
2		8.1	283.1	49.2				Parastichopus parvimen Quelletia quelletii 2	Rhodymenia sp. 10% Botryoglossum farlowianum 10% Desmarestia ligulata 5% Macrocystis pyrifera 10% Botryocladia pseudodichotoma 10% Calliarthron chellosporioides 10% Rhodymenia pacifica 10% Total 65%	13.4	
		5.8	126.3	12.4							
		3.6	15.9	5.3							
		4.7	38.2	6.7							
3		7.4	226.4	55.1				Aplisia californica 1 Astraea gibberosa 1 Cypracea spadica 3	Rhodymenia sp. 10% Botryoglossum farlowianum 10% Desmarestia ligulata 5% Macrocystis pyrifera 10% Botryocladia pseudodichotoma 10% Calliarthron chellosporioides 10% Rhodymenia pacifica 10% Total 65%	13.4	

APENDICE E. Norte de Punta China

Area Control "Sin Vertimiento/Sin Explotacion"

Prof. (m)	# cuadr.	Especie 1			Especie 2			Biota de acompañamiento		FLORA (% de cob.)	CO3 (%)
		S. franciscanus			S. purpuratus			Fauna (# Ind.)			
		L.T. (cm)	P.T. (g)	P.G. (g)	L.T. (cm)	P.T. (g)	P.G. (g)				
10	1	8.3	314.3	50				Quelletia quelletii 1	Pionitis sp. 20% Desmarestia egulata 20% Algas incrustantes 15% Macrocystis pyrifera 5% Gelidium robustum 5% Total 65%	8	
		8.1	275	61.5							
		8.5	275.5	55							
		8.7	288.5	53.8							
		2.8	7.9	3.8							
		4.3	36.1	6.5							
	2	8.1	278.3	54.5	3.3	15.3	3.7	Patia miniata 2	Pionitis sp. 15% Rhodymenia pacifica 5% Algas incrustantes 5% Macrocystis pyrifera 20% Gelidium robustum 20% Total 65%	8.1	
		8.5	189	48.5	5.8	68.8	7.9	Pisaster giganteus 1			
		8.1	309.3	56				Quelletia quelletii 1			
		8.7	311	68.8							
		8.8	368.5	76.7							
		8.4	211	55.5							
	3	8.5	225	54.8	2.4	7.8	1.8	Pisaster giganteus 1	Gigartina exasperata 25% Rhodymenia pacifica 5% Algas incrustantes 15% Macrocystis pyrifera 15% Desmarestia egulata 20% Total 80%	8.2	
		8.5	280.4	45.2	2.7	8.1	3	Quelletia quelletii 3			
		8.7	260.8	50.8	2.8	10.4	3.2				
		8.8	287	54.1	2.7	8.5	2.8				
					2.4	8.3	2.3				
					2.7	7.9	2.7				
15	1	8.8	245.2	48.2				Cypraea spadea 2 Quelletia quelletii 2 Styella monterreyensis 8	Botryoglossum farlowianum 10% Rhodymenia sp. 5% Botryocladia sp. 20% Desmarestia egulata 10% Macrocystis pyrifera 30% Total 75%	8	
		8.7	261.8	53.2							
		8.4	272.1	80							
		8.8	281	17.8							
		8.3	218.2	42.8							
		8.3	271.3	48.7							
	2	8	140	25.7				Patia miniata 2 Quelletia quelletii 1 Styella monterreyensis 14	Botryoglossum farlowianum 10% Rhodymenia sp. 5% Botryocladia sp. 20% Macrocystis pyrifera 30% Desmarestia egulata 10% Total 75%	7.8	
		8.8	304.3	61.7							
		8.8	348	66							
		8.5	271.2	52.4							
		3.5	14.7	5							
		3.8	15.8	4.8							
	3	5.2	70.2	14.2				Patia miniata 1 Pisaster giganteus 1 Styella monterreyensis 12	Botryoglossum pseudodichotoma 25% Algas incrustantes 10% Macrocystis pyrifera 25% Desmarestia egulata 20% Total 80%	8.6	
		8.7	284.2	54.4							
		8.3	218.8	43.2							
		8	142.4	28.2							
		8.2	250.7	67.1							
		8.2	252.6	67.2							
20	1	8.3	272.5	68.5				Quelletia quelletii 2	Rhodymenia lobata 15% Macrocystis pyrifera 25% Pionitis sp. 5% Botryoglossum farlowianum 10% Algas incrustantes 5% Total 60%	8.4	
		8.8	291.6	72.4							
		8.1	222.2	25.8							
		8.8	375.2	43.8							
		8.7	176.4	22.1							
		8.8	182.5	18.3							
	2	8.7	224.4	20.2				Algas incrustantes 5% Rhodymenia sp. 10% Macrocystis pyrifera 25% Pionitis sp. 20% Calliarthron cheilosporioides 15% Total 75%	7.9		
		5.5	114.4	10.8							
		4.7	38.6	8.8							
		5.8	79.8	16.8							
		8.8	215.8	13.7							
		8.8	287.4	24.7							
	3	8.8	262.6	38.5				Patia miniata 1	Algas incrustantes 5% Rhodymenia sp. 15% Macrocystis pyrifera 30% Pionitis sp. 15% Calliarthron cheilosporioides 15% Total 80%	7.2	
		7.4	150.5	12.8							
		7	128.9	4							
		8.7	163.2	28.5							
		8.1	221.8	23.4							
		7.7	188.8	14.8							
8.8		228.7	10								
8.8		271.9	23.8								
8.7		283.8	24.8								
8.5		288.3	16								
8.8		255.8	21.8								
8.2		284.7	22.7								
8.8		373.1	43								
7.2		134.3	12								
7.7	168.1	18.3									
8.8	175.8	21.3									
8.8	160.5	17.5									
8.3	208.7	15.7									
7.8	177.5	18.2									
8.7	222.6	18.7									
7.1	113.8	10.5									

APENDICE F.- Determinación de Carbonatos por Vía Humeda (Orozco, 1944)

- 1.- Pesar 100 gr. de muestra y secar en una estufa eléctrica a temperatura constante (90 °C) por espacio de 40 a 50 minutos.
- 2.- Eliminar manualmente pedaceria gruesa de materiales de origen biológico carbonatado (conchas, caparachos, huesos, etc.)
- 3.- Pasar las muestras por un tamiz de luz de malla de 0.242 mm, con la finalidad de retener manualmente con un pincel el material fino carbonatado de origen biológico.
- 4.- Pulverizar la muestra en un molino triturador de piedra o en un mortero de porcelana, con la finalidad de incorporar todo el material pedregoso a la reacción.
- 5.- Pesar un gramo de muestra pulverizada y colocarla en un matraz erlenmeyer de 250 ml.
- 6.- Tratar la muestra con un volumen de 50 ml de ácido clorhídrico de una Normalidad conocida (0.4).
- 7.- Determinar el factor de neutralización del ácido clorhídrico (0.4 N), mediante vía humeda con Carbonato de Calcio químicamente puro (este factor debe ser arriba de 99 proxima a 100) .
- 8.- La muestra de sedimento con ácido se calienta a ebullición por un espacio de 5 minutos para completar la reacción:



Exceso \longrightarrow Sobrante

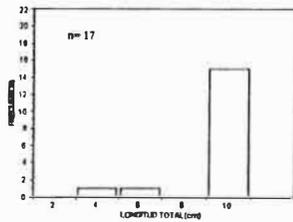
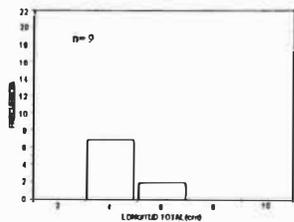
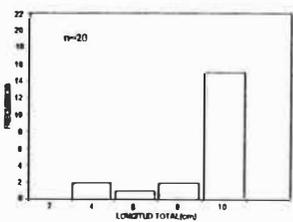
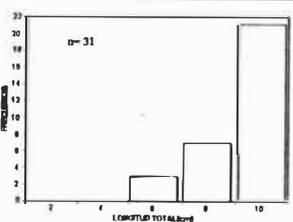
9.- Posteriormente el exceso de ácido se titula con una base de Normalidad conocida (0.20 N), hasta el vire de la solución a color rosado.

10.- El por ciento de carbonatos esta dado por

$$\% \text{ de } \text{CO}_3 = \text{factor (aprox. 100)} - \text{ml gastados de la base.}$$

Este método determina todo tipo de carbonatos, sin embargo las calizas de Punta China, presentan en su composición química CaCO_3 en una porción que varía del 92 al 98% (Torres, com. per.).

APENDICE G1. Distribución de clases de talla de *S. franciscanus* y *S. purpuratus*.

AREA SIN VERTIMIENTO DE MATERIAL CALIZO Y SIN EXPLOTACION		Prof (m)
<i>S. franciscanus</i>	<i>S. purpuratus</i>	
?	?	5
		10
	SIN ORGANISMOS	15
	SIN ORGANISMOS	20

APENDICE G2. Distribución de clases de peso total de *S. franciscanus* y *S. purpuratus*.

Prof (m)	AREA SIN VERTIMIENTO Y SIN EXPLOTACION	
	<i>S. franciscanus</i>	<i>S. purpuratus</i>
5		
10		
15		SIN ORGANISMOS
20		SIN ORGANISMOS

APENDICE G3. Distribución de clases de peso gonadal de *S. franciscanus* y *S. purpuratus*.

Prof (m)	AREA SIN EXPLOTACION Y SIN VERTIMIENTO	
	<i>S. franciscanus</i>	<i>S. purpuratus</i>
5		
10		
15		SIN ORGANISMOS
20		SIN ORGANISMOS

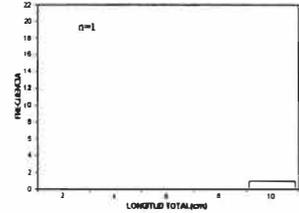
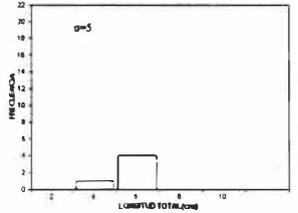
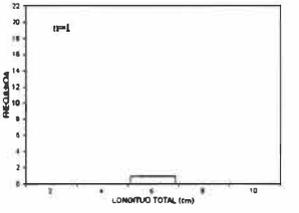
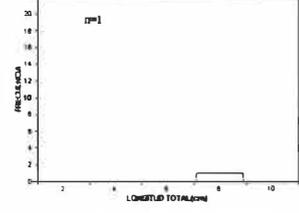
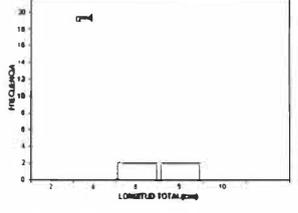
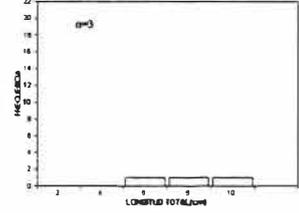
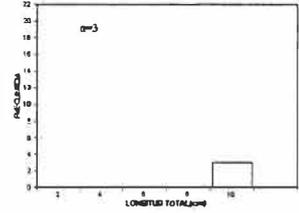
APENDICE H. Distribución de clases de talla, peso total y peso gonadal de *S. purpuratus*.

AREA "FUERTE VERTIMIENTO, SIN EXPLOTACION"															
Prof (m)															
	<i>S. franciscanus</i>														
	<i>S. purpuratus</i>														
5	<p>SIN ORGANISMOS</p> <table border="1"> <caption>Data for Histogram: LONGITUD TOTAL (cm)</caption> <thead> <tr> <th>LONGITUD TOTAL (cm)</th> <th>FRECUENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3.5 - 4.5</td><td>6</td></tr> <tr><td>4.5 - 5.5</td><td>9</td></tr> <tr><td>5.5 - 6.5</td><td>3</td></tr> <tr><td>6.5 - 7.5</td><td>0</td></tr> <tr><td>7.5 - 8.5</td><td>0</td></tr> <tr><td>8.5 - 9.5</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	LONGITUD TOTAL (cm)	FRECUENCIA	3.5 - 4.5	6	4.5 - 5.5	9	5.5 - 6.5	3	6.5 - 7.5	0	7.5 - 8.5	0	8.5 - 9.5	0
LONGITUD TOTAL (cm)	FRECUENCIA														
3.5 - 4.5	6														
4.5 - 5.5	9														
5.5 - 6.5	3														
6.5 - 7.5	0														
7.5 - 8.5	0														
8.5 - 9.5	0														

AREA "CON FUERTE VERTIMIENTO, SIN EXPLOTACION"																																							
Prof (m)																																							
	<i>S. franciscanus</i>																																						
	<i>S. purpuratus</i>																																						
5	<p>SIN ORGANISMOS</p> <table border="1"> <caption>Data for Histogram: PESOTOTAL (g)</caption> <thead> <tr> <th>PESOTOTAL (g)</th> <th>FRECUENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40 - 60</td><td>11</td></tr> <tr><td>60 - 80</td><td>5</td></tr> <tr><td>80 - 100</td><td>2</td></tr> <tr><td>100 - 120</td><td>0</td></tr> <tr><td>120 - 140</td><td>0</td></tr> <tr><td>140 - 160</td><td>0</td></tr> <tr><td>160 - 180</td><td>0</td></tr> <tr><td>180 - 200</td><td>0</td></tr> <tr><td>200 - 220</td><td>0</td></tr> <tr><td>220 - 240</td><td>0</td></tr> <tr><td>240 - 260</td><td>0</td></tr> <tr><td>260 - 280</td><td>0</td></tr> <tr><td>280 - 300</td><td>0</td></tr> <tr><td>300 - 320</td><td>0</td></tr> <tr><td>320 - 340</td><td>0</td></tr> <tr><td>340 - 360</td><td>0</td></tr> <tr><td>360 - 380</td><td>0</td></tr> <tr><td>380 - 400</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	PESOTOTAL (g)	FRECUENCIA	40 - 60	11	60 - 80	5	80 - 100	2	100 - 120	0	120 - 140	0	140 - 160	0	160 - 180	0	180 - 200	0	200 - 220	0	220 - 240	0	240 - 260	0	260 - 280	0	280 - 300	0	300 - 320	0	320 - 340	0	340 - 360	0	360 - 380	0	380 - 400	0
PESOTOTAL (g)	FRECUENCIA																																						
40 - 60	11																																						
60 - 80	5																																						
80 - 100	2																																						
100 - 120	0																																						
120 - 140	0																																						
140 - 160	0																																						
160 - 180	0																																						
180 - 200	0																																						
200 - 220	0																																						
220 - 240	0																																						
240 - 260	0																																						
260 - 280	0																																						
280 - 300	0																																						
300 - 320	0																																						
320 - 340	0																																						
340 - 360	0																																						
360 - 380	0																																						
380 - 400	0																																						

AREA "CON FUERTE VERTIMIENTO, SIN EXPLOTACION"																									
Prof (m)																									
	<i>S. franciscanus</i>																								
	<i>S. purpuratus</i>																								
5	<p>SIN ORGANISMOS</p> <table border="1"> <caption>Data for Histogram: PESO GONADAL (g)</caption> <thead> <tr> <th>PESO GONADAL (g)</th> <th>FRECUENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0 - 10</td><td>14</td></tr> <tr><td>10 - 20</td><td>5</td></tr> <tr><td>20 - 30</td><td>0</td></tr> <tr><td>30 - 40</td><td>0</td></tr> <tr><td>40 - 50</td><td>0</td></tr> <tr><td>50 - 60</td><td>0</td></tr> <tr><td>60 - 70</td><td>0</td></tr> <tr><td>70 - 80</td><td>0</td></tr> <tr><td>80 - 90</td><td>0</td></tr> <tr><td>90 - 100</td><td>0</td></tr> <tr><td>100 - 110</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	PESO GONADAL (g)	FRECUENCIA	0 - 10	14	10 - 20	5	20 - 30	0	30 - 40	0	40 - 50	0	50 - 60	0	60 - 70	0	70 - 80	0	80 - 90	0	90 - 100	0	100 - 110	0
PESO GONADAL (g)	FRECUENCIA																								
0 - 10	14																								
10 - 20	5																								
20 - 30	0																								
30 - 40	0																								
40 - 50	0																								
50 - 60	0																								
60 - 70	0																								
70 - 80	0																								
80 - 90	0																								
90 - 100	0																								
100 - 110	0																								

APENDICE I1. Distribución de clases de talla de
S. franciscanus y *S. purpuratus*.

Prof (m)	AREA "ADYACENTE A FUERTE VERTIMIENTO, SIN EXPLOTACION"			
	TRANSECTO 1		TRANSECTO 2	
	<i>S. franciscanus</i>	<i>S. purpuratus</i>	<i>S. franciscanus</i>	<i>S. purpuratus</i>
5	FORMARON EL AREA	"FUERTE VERTIMIENTO, SIN EXPLOTACION"		
10				
15		SIN ORGANISMOS		SIN ORGANISMOS
20		SIN ORGANISMOS		SIN ORGANISMOS

APENDICE I2. Distribución de clases de peso total de *S. franciscanus* y *S. purpuratus*.

		AREA "ADYACENTE A FUERTE VERTIMIENTO, SIN EXPLOTACION"			
Prof (m)	TRANSECTO 1		TRANSECTO 2		
	<i>S. franciscanus</i>	<i>S. purpuratus</i>	<i>S. franciscanus</i>	<i>S. purpuratus</i>	
5	FORMARON EL AREA	FUERTE VERTIMIENTO, SIN EXPLOTACION"			
10					
15		SIN ORGANISMOS		SIN ORGANISMOS	
20		SIN ORGANISMOS		SIN ORGANISMOS	

APENDICE 13. Distribución de clases de peso gonadal de
S. franciscanus y *S. purpuratus*.

Prof (m)	AREA " ADYACENTE A FUERTE VERTIMIENTO, SIN EXPLOTACION"			
	TRANSECTO 1		TRANSECTO 2	
	<i>S. franciscanus</i>	<i>S. purpuratus</i>	<i>S. franciscanus</i>	<i>S. purpuratus</i>
5	FORMARON EL AREA	FUERTE VERTIMIENTO, SIN EXPLOTACION"		
10			SIN ORGANISMOS	
15		SIN ORGANISMOS		SIN ORGANISMOS
20		SIN ORGANISMOS		SIN ORGANISMOS

APENDICE J1. Distribución de clases de talla de
S. franciscanus y *S. purpuratus* .

Prof (m)	AREA "SIN VERTIMIENTO , CON EXPLOTACION"			
	LAS MONAS		LA CUEVA	
	<i>S. franciscanus</i>	<i>S. purpuratus</i>	<i>S. franciscanus</i>	<i>S. purpuratus</i>
5	?	?	?	?
10	<p>Frequency vs. Length (cm) for <i>S. franciscanus</i> at 10m depth in Las Monas. n=2. The x-axis ranges from 0 to 10 cm, and the y-axis (FRECUENCIA) ranges from 0 to 22. Two bars are visible at approximately 9.5 cm and 10.5 cm, both with a frequency of 1.</p>	<p>Frequency vs. Length (cm) for <i>S. purpuratus</i> at 10m depth in Las Monas. n=12. The x-axis ranges from 0 to 10 cm, and the y-axis (FRECUENCIA) ranges from 0 to 22. Three bars are visible at approximately 4.5 cm (frequency 1), 6.5 cm (frequency 8), and 8.5 cm (frequency 4).</p>	<p>Frequency vs. Length (cm) for <i>S. franciscanus</i> at 10m depth in La Cueva. n=1. The x-axis ranges from 0 to 10 cm, and the y-axis (FRECUENCIA) ranges from 0 to 22. One bar is visible at approximately 9.5 cm with a frequency of 1.</p>	<p>Frequency vs. Length (cm) for <i>S. purpuratus</i> at 10m depth in La Cueva. n=5. The x-axis ranges from 0 to 10 cm, and the y-axis (FRECUENCIA) ranges from 0 to 22. Three bars are visible at approximately 4.5 cm (frequency 3), 6.5 cm (frequency 4), and 8.5 cm (frequency 1).</p>
15	<p>Frequency vs. Length (cm) for <i>S. franciscanus</i> at 15m depth in Las Monas. n=7. The x-axis ranges from 0 to 18 cm, and the y-axis (FRECUENCIA) ranges from 0 to 22. Two bars are visible at approximately 8.5 cm (frequency 3) and 10.5 cm (frequency 4).</p>	SIN ORGANISMOS	<p>Frequency vs. Length (cm) for <i>S. franciscanus</i> at 15m depth in La Cueva. n=7. The x-axis ranges from 0 to 10 cm, and the y-axis (FRECUENCIA) ranges from 0 to 22. Three bars are visible at approximately 4.5 cm (frequency 1), 6.5 cm (frequency 4), and 8.5 cm (frequency 1).</p>	<p>Frequency vs. Length (cm) for <i>S. purpuratus</i> at 15m depth in La Cueva. n=4. The x-axis ranges from 0 to 10 cm, and the y-axis (FRECUENCIA) ranges from 0 to 22. Two bars are visible at approximately 2.5 cm (frequency 1) and 4.5 cm (frequency 2).</p>
20	<p>Frequency vs. Length (cm) for <i>S. franciscanus</i> at 20m depth in Las Monas. n=6. The x-axis ranges from 0 to 12 cm, and the y-axis (FRECUENCIA) ranges from 0 to 22. Two bars are visible at approximately 7.5 cm (frequency 2) and 9.5 cm (frequency 4).</p>	SIN ORGANISMOS	<p>Frequency vs. Length (cm) for <i>S. franciscanus</i> at 20m depth in La Cueva. n=5. The x-axis ranges from 0 to 10 cm, and the y-axis (FRECUENCIA) ranges from 0 to 22. Four bars are visible at approximately 4.5 cm (frequency 1), 6.5 cm (frequency 2), 8.5 cm (frequency 2), and 10.5 cm (frequency 1).</p>	SIN ORGANISMOS

APENDICE J2. Distribución de clases de peso total de
S. franciscanus y *S. purpuratus*.

Prof (m)	AREA "SIN VERTIMIENTO, CON EXPLOTACION"			
	LAS MONAS		LA CUEVA	
	<i>S. franciscanus</i>	<i>S. purpuratus</i>	<i>S. franciscanus</i>	<i>S. purpuratus</i>
5	?	?	?	?
10				
15		SIN ORGANISMOS		
20		SIN ORGANISMOS		SIN ORGANISMOS

APENDICE J3. Distribución de clases de peso gonadal de
S. franciscanus y *S. purpuratus*.

Prof (m)	AREA "SIN VERTIMIENTO, CON EXPLOTACION"			
	LAS MONAS		LA CUEVA	
	<i>S. franciscanus</i>	<i>S. purpuratus</i>	<i>S. franciscanus</i>	<i>S. purpuratus</i>
5	?	?	?	?
10				
15		SIN ORGANISMOS		
20		SIN ORGANISMOS		SIN ORGANISMOS